

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**EVALUACIÓN DE DOS HIDROLIZADOS PROTEICOS DE  
PESCADO SOLOS Y MEZCLADOS CON PROTEINA VEGETAL DE  
DOS ORIGENES, SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE CANAL Y  
MEDICION DE MUSCULATURA PECTORAL Y MUSLO EN  
POLLOS BROILERS**

**SUSANA BEATRIZ YÁÑEZ VARGAS**

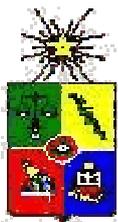
Memoria Para Optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Fomento de la Producción Animal

**PROFESOR GUÍA: DR. ALEJANDRO LOPEZ VILLANUEVA.**

**Financiamiento: Proyecto INNOVA (CORFO Empresa) N° 204-4285 (2005)**

**SANTIAGO DE CHILE**

**2009**



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**EVALUACIÓN DE DOS HIDROLIZADOS PROTEICOS DE  
PESCADO SOLOS Y MEZCLADOS CON PROTEINA VEGETAL DE  
DOS ORIGENES, SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE CANAL Y  
MEDICION DE MUSCULATURA PECTORAL Y MUSLO EN  
POLLOS BROILERS**

**SUSANA BEATRIZ YÁÑEZ VARGAS**

Memoria Para Optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Fomento de la Producción Animal

NOTA FINAL: .....

	NOTA	FIRMA
PROFESOR GUIA : DR. ALEJANDRO LOPEZ V.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO: DR. SERGIO CORNEJO.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO: DR. JUAN LUENGO.	.....	.....

**SANTIAGO DE CHILE**

2009

# INDICE

## Contenido

<b>Dedicatoria</b>	4
<b>Agradecimiento</b>	5
<b>Resumen</b>	6
<b>Summary</b>	9
<b>Introducción</b>	11
<b>Revisión bibliográfica</b>	13
<b>1. Generalidades</b>	13
<b>1.1 Características del pollo de carne</b>	13
<b>1.2 Importancia del manejo del pollo recién nacido</b>	14
<b>1.3 Factores condicionantes de la respuesta productiva</b>	15
1.3.1 Genotipo	15
1.3.2 Medio ambiente	15
1.3.3 Aspectos económicos	15
1.3.4 Aspectos nutricionales	16
<b>2. Nutrición del pollo Broiler</b>	17
<b>2.1 Nutrición embrionaria y neonatal y su relación con el desarrollo embrionario digestivo</b>	17
<b>2.2 Nutrición post-nacimiento y su relación con desarrollo embrionario</b>	21
<b>3. Inmunidad del pollo Broiler</b>	26
<b>4. Harina de pescado como fuente proteica en dietas para pollos Broiler</b>	30
<b>5. Hidrolizados proteicos utilizados en las dietas de pollos Broiler</b>	32
<b>5.1 Proceso industrial de hidrólisis</b>	35
<b>5.2 Características de los hidrolizados de pescado</b>	37
<b>5.3 Hidrolizados proteicos de pescado: BIOCP®, EP400®</b>	38
<b>Hipótesis de trabajo</b>	42
<b>Objetivos</b>	42
• Objetivo general	42
• Objetivos específicos	42
<b>Materiales y métodos</b>	43
A. Evaluación del crecimiento muscular	44
B. Evaluación de características de la canal	45
C. Análisis de las dietas	45
D. Análisis estadístico	46
<b>Resultados</b>	47
<b>A. Evaluación del crecimiento muscular</b>	47
<b>A.1 Día 14 de edad</b>	47
<b>A.2 Día 44 de edad</b>	49
<b>B. Evaluación de las características de la canal</b>	50
<b>Discusión</b>	52
<b>Conclusión</b>	56

<b>Bibliografía</b>	58
<b>Anexos</b>	66
Anexo 1: Producción nacional de carne de ave	66
Anexo 2: Composición de las dietas de preinicio (1-14 días).	67
Anexo 3: Composición de la dietas inicio (15 a 24 días), crecimiento (25 a 38 días), y finalizador (39 a 44 días).	68
Anexo 4: Análisis Químico Proximal de algunos insumos utilizados en las dietas.	69
Anexo 5: Informe del laboratorio Labser® sobre las dietas utilizadas (AQP).	69
<b>Tablas</b>	
Tabla 1: Pesos (g) de Músculos Pectorales y Gastrocnemio+Peronéo al día 14 y su relación con peso de las piezas de origen y peso vivo.	48
Tabla 2: Pesos (Kg.) de Músc. Pectorales y Gastrocnemio + Peronéo día 44 y su relación con peso de las piezas de origen y peso vivo	49
Tabla 3: Rendimiento de pechuga y trutro al día 44 en relación al peso vivo y peso de canal.	50

## **DEDICATORIA**

Esta Memoria de título esta dedica a mis padres por su gran apoyo incondicional durante todos estos años de estudio. También a todas las personas que me ayudaron hacer realidad este sueño. Gracias.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos a mi Profesor guía, Dr. Alejandro López, y al Dr. Sergio Cornejo, por su gran apoyo y dedicación incondicional a mi formación profesional.

También a la empresa Profish y a todos mis compañeros que participaron en forma activa en la realización de este estudio.

## **RESUMEN**

El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos de la inclusión, en dietas pre-inicio de pollos Broiler (1-14 días de edad), de dos hidrolizados proteicos de pescado, y de dos fuentes de proteína vegetal, gluten trigo y gluten maíz, sobre características de la canal e indicadores productivos, durante un ciclo comercial completo.

La investigación se llevó a cabo en la “Unidad Experimental de Producción y Nutrición Avícola” de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, ubicada en Santa Rosa 11735, comuna de La Pintana, Santiago.

Se utilizaron seiscientos treinta (630) pollos Broiler machos (Ross 308) de 1 día de edad seleccionados mediante un procedimiento de estandarización de pesajes, (se seleccionaron pollos en un rango de pesos vivos entre 40 y 47g), fueron distribuidos aleatoriamente en 30 corrales de piso con 21 pollos cada uno. El pabellón experimental tiene una estructura convencional con ventilación natural y calefacción mediante calefactores a gas con control de temperatura por termostato.

Se realizaron 6 tratamientos con 5 repeticiones cada uno, en donde cada repetición corresponde a un corral. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes: tratamiento 1 dieta maíz-soya (Control); tratamiento 2 BIOCP® al 3,4% de inclusión (BIOCP); tratamiento 3 EP-400® al 1,6% + 2% de Gluten de Maíz (EP400+GM); tratamiento 4 EP-400® al 1,6% + 2% de Gluten de Trigo (EP400+GT); tratamiento 5 EP-400®, al 2,0% de inclusión (EP400) y tratamiento 6 control Harina de pescado, al 6% de inclusión (HAPES). Todas las dietas se formularon isoenergéticas e isoproteicas, fueron muestreadas y analizadas mediante un “análisis químico proximal”.

El período experimental duró 44 días durante el cual se entregaron 4 dietas: “pre-inicio” (1-14 días, dieta de acuerdo a los tratamientos), “inicio” (15-24 días), “crecimiento” (25-38 días) y “finalizador” (39-44 días). Los pollos fueron mantenidos con un régimen de alimentación *ad-libitum* y consumo de agua a discreción.

A los 14 y 44 días de edad se realizó una evaluación del peso corporal, y crecimiento de “pechuga” y “muslos”, registrándose además, los pesos de los músculos pectorales (*Perctoralis*), gastrocnemio (*Gastrocnemius*) y peroneo (*Peroneus Longus*, actualmente *Fibularis Longus*), respectivamente en cada una de las piezas disectadas.

Como resultado, se obtuvo diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) para el peso vivo tanto a los 14 como a los 44 días de edad, siendo el tratamiento 4 (EP400+GT) superior al tratamiento 3 (EP400+ GM). Pero existe un efecto temporal del tratamiento 4 (EP400+GT) al día 14 de edad, donde se diferencia del tratamiento control, y del tratamiento 6 (HAPES), cuyo efecto se pierde hacia el término del estudio.

El día 44 de edad, se observó una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) para la variable rendimiento de los músculos gastrocnemio + peronéo con respecto al peso vivo, siendo el tratamiento 2 (BIOCP) y 3 (EP400+GM) superiores al tratamiento 4 (EP400+GT).

En el resto de las variables experimentales utilizadas para la evaluación del crecimiento muscular, no hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos, ( $p < 0.05$ ).

Al finalizar el estudio, al día 44 de edad, se realizó una evaluación de características de la canal, donde se midieron las siguientes variables: peso de la canal caliente (canal comercial), peso de pechuga con hueso sin piel, peso del

truto largo derecho sin piel. No se observaron diferencias estadísticas para ninguna de estas variables entre los distintos tratamientos, ( $p < 0.05$ ).

## **SUMMARY**

The purpose of this study was to ascertain the effect of including two fish protein hydrolyzates, and two vegetable protein sources (wheat gluten and corn gluten), in pre-initial Broiler chicken diets (1-14 days of age), over carcass characteristic and productive traits along the commercial cycle.

The research was made at the “Poultry Nutrition and Production Experimental Facility”, Faculty of Veterinary and Animal Science, University of Chile; located in Santiago, Chile.

Six hundred and thirty (630) day old male broiler chicks (Ross 308), were used, chosen by a weight standardization procedure, (40 to 47g of body weight), and randomly distributed to 30 floor pens with 21 birds each. The experimental facility has a conventional structure with natural ventilation and a gas heating system controlled by a thermostat.

Six treatments with five pens (repetitions) each, were tested, The treatments were applied to the “Pre-Starter diet” (age 1 to 14 days) and they were as follows: Treatment 1, corn-soy diet (CONTROL); Treatment 2, BIOCP included at 3,4% (BIOCP®); Treatment 3, EP-4000® included at 1,6% + 2% corn gluten (EP400+GM); Treatment 4, EP-4000® included at 1,6% + 2% wheat gluten (EP400+GT); Treatment 5, EP-4000® included at 2% (EP400) and finally, Treatment 6, Fish meal included at 6% (HAPES). All diets were formulated to have equal amounts of protein and energy per kg and were sampled for proximate chemical analysis.

A 44 days experiment was performed. Along this period 4 different diets were provided: “Pre-starter” (1-14 days, diet according to the treatment design), “Starter” (15-24 days), “Grower” (25-38 days) and “Finisher” (39-44 days). These last

mentioned diets were the same for all birds and were given *free choice*. Free access to water was allowed at anytime.

An evaluation of body weight, growth of breast and thigh muscles was performed at 14 and 44 days of age, each including *Pectoralis*, *Gastrocnemius* and *Peroneus longus* (*Fibularis Longus*) muscles weight, respectively, was performed at 14 and 44 days of age. Statistical differences were found for body weight on day 14 and 44 ( $p < 0.05$ ), being treatment 4 (EP400 +GT) better than treatment 3 (EP400 +GM). A transitory effect was found in treatment 4 (EP400 + GT) at day 14, where differences with Control and with treatment 6 (HAPES) were observed, but those effects disappeared at the end of the study.

At day 44 of age, a statistical difference ( $p < 0.05$ ) was detected for the weight of gastrocnemius + peroneus muscles over body weight, being treatment 2 (BIOCP) and 3 (EP400 + GM) better than treatment 4 (EP400 + GT).

All the other experimental variables used to evaluate muscular growth, showed not statistical differences among treatments, ( $p < 0.05$ ).

At the end of the study, day 44 of age, an evaluation of carcass characteristics was performed, and no one of the variables measured (hot carcass weight, breast with bone weight, right thigh weight) were found to be affected by treatments.

## **INTRODUCCIÓN**

Actualmente, en toda explotación bien llevada, los avicultores requieren un crecimiento rápido y eficiente de las aves que están en explotación. Adicionalmente, la importancia del pollo Broiler ha ido en un aumento considerable dentro del mercado de consumo de carnes debido a su bajo precio de venta, lo que ha colocado a la carne de pollo dentro de la primera preferencia de los consumidores.

Hace alrededor de 20 años se inició un proceso de crecimiento de la producción de carne de aves en Chile. Esto permitió que en el año 1998 alcanzara el primer lugar en el consumo de carnes a nivel nacional, situación que se ha mantenido ininterrumpidamente hasta el día de hoy. Gracias a esto y a una fuerte campaña de marketing, haciendo énfasis en la condición saludable del producto, junto con una diversificación de sus presentaciones, el sector avícola nacional ha crecido un 40% durante el periodo 2000 a 2006. En el año 2005 la producción de carne de ave a nivel nacional fue de 549.925 toneladas, y el pollo Broiler ocupó el primer lugar con cerca de 457 mil toneladas y el 83% del total. Le siguió la carne de pavo, con 15,8% de participación y cerca de 87 mil toneladas producidas (ODEPA, 2006), mientras que durante el año 2006 el crecimiento de la producción nacional de carne de ave fue de 11,6% más con respecto al 2005, con una producción total de carne de 613.757 toneladas.

El principal producto en 2006 también fue el pollo Broiler, con 517 mil toneladas y el 84% del total, seguido por la carne de pavo, con 14,5% de participación y una producción de 90 mil toneladas. Bastante más atrás se ubicaron la carne de gallina y las de otras aves, con porcentajes menores. En el período enero-febrero de 2007, se han producido 96 mil toneladas de carne de ave, lo que representa un incremento de 1,2% con respecto al mismo bimestre de 2006 (ODEPA, 2007) **(Anexo 1)**.

Esto se debe a que el potencial del pollo moderno está continuamente avanzando gracias a la selección de las aves de mejor rendimiento para la cría de futuras generaciones. El objetivo principal de esta selección genética es aumentar la rentabilidad mejorando una gran cantidad de características productivas. Para ello, es indispensable considerar las características fisiológicas y anatómicas del pollo, que durante las primeras semanas después del nacimiento, difieren en forma importante a las del pollo de mayor edad, resultado de lo cual la absorción de ciertos nutrientes está disminuida en esta primera etapa. Por ello, es importante que las aves tengan acceso al alimento tan rápido como sea posible, siempre tomando en cuenta que el tipo de nutrientes que se entregue afecta la capacidad digestiva y la competencia inmune de las aves.

Diferentes estudios han revelado que los pollos en crecimiento mantienen una digestibilidad de nutrientes relativamente alta a pesar que algunos órganos digestivos disminuyen su tamaño en relación al peso corporal (Mcentee *et al.*, 2003). El alcanzar una elevada digestibilidad de los nutrientes alimentarios tempranamente en la vida del pollo, gracias a un desarrollo prematuro de su sistema digestivo y al suministro de nutrientes que en forma natural o asistida son bien absorbidos, es de gran relevancia y tiene efectos positivos sobre la cantidad y calidad del producto final (López, 2008)<sup>1</sup>. Bajo esta premisa, en el presente estudio, desarrollado en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, se evaluó los efectos de una dieta pre-inicio que incluía hidrolizados proteicos de pescado y proteína vegetal para pollos Broiler machos Ross 308, bajo condiciones ambientales controladas.

---

<sup>1</sup> López, A. 2008. [Comunicación personal]. U de Chile, Fac. de Ciencias

# **REVISION BIBLIOGRÁFICA**

## **1.- GENERALIDADES**

### **1.1.- CARACTERÍSTICAS DEL POLLO DE CARNE**

Actualmente, la crianza de pollos Broiler se sustenta tanto en la genética como en la calidad de la dieta, lo que ha permitido lograr elevadas tasas de crecimiento. En la década de los 50 eran necesarios alrededor de 85 días para que un pollo de carne alcanzara un peso de 1.800 g. Hoy, este período se reduce a 43 días, y además se acompaña de una mejora en el índice de conversión de un 50% (Crespo, 2004).

Esta tendencia continúa y destaca la importancia del crecimiento durante la primera semana de vida, que actualmente constituye el 16% del período de vida del pollo Broiler. Durante este período temprano de crecimiento, la transición desde la absorción embrionaria de la yema a la utilización de alimento exógeno se acompaña de muchos cambios en los procesos de desarrollo. Esto incluye la maduración del sistema de termorregulación, el comienzo de la inmunocompetencia, así como los cambios en los patrones de crecimiento de los órganos de oferta (intestino, páncreas, hígado) y demanda (músculos, grasa). Este período temprano de crecimiento intenso de los órganos de oferta ha sido generalmente desatendido en la investigación avícola, a pesar de su asociación con el peso corporal al momento del sacrificio. Diversos estudios muestran que la digestibilidad de los nutrientes por parte de los pollos jóvenes aumenta con la edad, algunos de estos estudios incluyen la utilización de la grasa y otros la energía metabolizable (Nitsan *et al.*, 1991).

## **1.2.- IMPORTANCIA DEL MANEJO DEL POLLO RECIEN NACIDO**

El proceso de explotación de un pollo Broiler comienza con el sexaje en las plantas de incubación a pocas horas de haber nacido, luego vacunación y traslado hacia el galpón de crianza. Todo esto toma unas 24 horas, tiempo en el cual el pollo recién nacido no recibe nutrientes provenientes de alimentos exógenos, diferentes al vitelo, siendo un punto crítico en su desarrollo, por cuanto la capacidad de crecer, en términos de velocidad de crecimiento, es máxima. El suministro de un producto que proporcione los nutrientes necesarios para los pollos recién nacidos, durante las primeras 24-48 horas, ayudará de una manera práctica a solucionar este inconveniente. Con esto se obtiene una variedad de efectos positivos, tales como la reducción de la deshidratación, una rápida reabsorción del saco vitelino, estimulación del desarrollo del hígado, páncreas e intestino, incluyendo un aumento de la longitud de las vellosidades intestinales y un mayor desarrollo del sistema inmunitario. Esto tiene como resultado una mejor utilización de los nutrientes, mejor conversión alimenticia, mayor ganancia de peso corporal, mejoramiento en la producción de pechuga, reducción en la mortalidad, aumento en la viabilidad y un mejor desempeño al final del ciclo (Cuervo *et al.*, 2002).

Estudios de la Universidad de la Salle, Colombia, confirman lo anterior; en uno de ellos fue evaluado el efecto de un suplemento nutricional hidratado sobre el desarrollo de los órganos de oferta y demanda en pollos de engorde sometidos a diferentes tiempos (20, 24 y 48 horas) de privación del acceso al alimento comercial, inmediatamente después del nacimiento. El grupo control no recibió el suplemento nutricional y tuvo acceso al alimento 20 horas después de nacido. Los órganos de oferta mostraron un rápido crecimiento durante los primeros ocho días de vida, siendo fundamental para soportar el crecimiento posterior. El grupo control evidenció un retardo en desarrollo del sistema digestivo al día 21 de edad, limitando la capacidad para utilizar nutrientes dietarios y resultando en una reducción del peso corporal al final del experimento. Los datos indican que la

utilización de un suplemento nutricional hidratado favorece la utilización de los nutrientes del saco vitelino acelerando su reabsorción (Cuervo *et al.*, 2002).

### **1.3.- FACTORES CONDICIONANTES DE LA RESPUESTA PRODUCTIVA**

Para lograr una buena respuesta productiva en pollos Broiler no hay que dejar de considerar los tres principales factores que influyen el nivel óptimo de crecimiento, que son el genotipo, medio ambiente, aspectos económicos y aspectos nutricionales (Anónimo, 2006):

**1.3.1.- Genotipo:** La tasa de respuesta y el nivel óptimo de proteína pueden diferir entre los diversos genotipos. El potencial genético de los animales definirá el límite máximo de crecimiento, composición corporal y, a través del requerimiento de energía, determinará también el consumo de alimento y la eficiencia de conversión del mismo (Anónimo, 2006).

**1.3.2.- Medio ambiente:** El crecimiento y la conversión alimenticia de las aves comerciales son inferiores al potencial genético expresado bajo condiciones ideales. Esto se debe a múltiples razones. Todavía no se comprenden bien las consecuencias de las decisiones nutricionales; sin embargo, es importante tratar de entender cuales son los factores que limitan el rendimiento en las aves comerciales con el fin de identificar correctamente el potencial de respuesta ante cambios en la dieta. Los factores ambientales de mayor importancia son el clima, el tipo de galpón, sus condiciones, la densidad de población, las enfermedades y la disponibilidad de ingredientes (Anónimo, 2006).

**1.3.3.- Aspectos económicos:** Para poder determinar el nivel más apropiado de proteína en las aves comerciales, siempre hay que tomar en cuenta el costo de los insumos (ingredientes alimenticios) y el rendimiento (crecimiento, conversión

alimenticia, viabilidad, rendimiento canal, etc.). Es necesario elevar al nivel óptimo la rentabilidad del proceso como un todo, vale decir, lo ideal es producir el mejor pollo Broiler al menor costo posible (Anónimo, 2006).

Además de lo anterior, para una buena selección de los pollos Broiler, las características genéticas principales son la mejora del peso por edad, el incremento del crecimiento y el rendimiento de pechuga, ya que éstas son las que producen el mayor beneficio, sin dejar de lado que estas mejoras en productividad coincidan con las de viabilidad y fortaleza de extremidades (Kemp y Kenny, 2003).

**1.3.4.- Aspectos nutricionales:** Obtener el máximo beneficio de la alimentación del pollo es un desafío continuo para los especialistas en nutrición animal y los técnicos responsables de manejo del pollo, ya que según Kemp y Kenny (2003):

- Los costos de alimentación del pollo representan un 60-70% del costo total de producción y, en consecuencia, es muy sensible a las oscilaciones de precio de las materias primas.
- Las especificaciones más rentables en la alimentación dependen de la variedad de productos que ofrezca la empresa, ya sea, entero, eviscerado, o en porciones (o una mezcla), y de sus precios.

Estos autores, Kemp y Kenny (2003), señalan que el peso por edad, el incremento del crecimiento y el rendimiento de pechuga del pollo Broiler mejoran cuando se utilizan niveles altos de aminoácidos digestibles en la dieta. El rendimiento de la pechuga responde mejor con altos niveles de aminoácidos digestibles en la dieta, que el peso por edad y el incremento del crecimiento, esto según estudios realizados por Aviagen, de los Estados Unidos, en lotes de pollos Broiler Ross 308. Otros estudios realizados por esta misma empresa han confirmado que hoy en día mientras más pronto se alimente a los pollos recién nacidos, mayor serán los resultados al término del ciclo de producción. La experiencia práctica y de investigación muestran claramente el provecho de utilizar, en la dieta de pre-inicio,

una mayor cantidad de aminoácidos digestibles que los que se ocupan en la dieta de inicio, ya que:

- El peso corporal a los 10 días de edad de los pollos aumenta en 10 gramos
- El peso corporal al momento del sacrificio aumenta de 30 a 50 gramos.
- La uniformidad del lote se incrementa (Kemp y Kenny, 2003).

También se ha estudiado que la tasa de crecimiento del pollo de engorda aumenta del día 0 al 10, llegando a un máximo de alrededor de 20% por día (Nitsan *et al.*, 1991).

Del nutricionista depende la formulación de dietas acorde a las demandas, y se ha concentrado la investigación en el conocimiento de las necesidades proteicas y de aminoácidos en las primeras semanas de vida de los pollos. Principalmente, en los primeros días de vida que son determinantes en el rendimiento final del pollo de engorda (Odalys *et al.*, 2002).

## **2.- NUTRICIÓN DEL POLLO BROILER**

### **2.1.- NUTRICIÓN EMBRIONARIA Y NEONATAL Y SU RELACIÓN CON EL DESARROLLO EMBRIONARIO DIGESTIVO**

La incubación artificial de los pollos Broiler dura aproximadamente 18-19 días, estos huevos fértiles que llegan a dar nacimiento a un pollo Broiler viable para la crianza, provienen de reproductoras que fueron seleccionadas genéticamente para lograr un mejor rendimiento y una mejor calidad del pollo. Este proceso de incubación se realiza al interior de máquinas incubadoras que proporcionan artificialmente calor, humedad, ventilación y volteo de los huevos, lo que permite

incubar grandes cantidades de huevos en cualquier época del año (González, 2004).

A los 18 días de incubación se hace el traspaso de los huevos desde la incubadora a la máquina nacedora para dar lugar al nacimiento o eclosión del pollo. Estas máquinas nacedoras están provistas, al igual que las incubadoras, de calor, humedad y ventilación, pero sin volteo (González, 2004).

Durante la etapa neonatal de las aves comerciales, su nutrición se hace a través del saco vitelino, aproximadamente a los 18 días de incubación se produce la absorción del vitelo en el embrión, este se internaliza en la cavidad abdominal y al nacimiento, el intestino contiene un material viscoso amarillo verdoso procedente del saco vitelino. El contenido del saco vitelino se transfiere al intestino a través del tallo vitelino. Se ha estudiado la morfología del tallo vitelino durante la fase post eclosión observando un paso abierto en el momento de la eclosión que se va estrechando con la edad. Unas horas después de la eclosión, el número de células linfoides comienza a aumentar en el tallo vitelino quedando una cicatriz umbilical cerrada por completo a las 72 horas (Rosende, 2006).

Varios estudios han confirmado que el huevo está constituido por un 58.5% de albúmina, 31% de yema, 10.5% de cáscara y baja proporción de carbohidratos. Esta composición química puede variar según la edad de la reproductora, de su nutrición y línea genética. En este período embrionario, el saco vitelino constituye la única fuente de energía, y se ha estimado que el embrión Broiler recibe alrededor de 40g de agua, 7g de proteína y 5g de lípidos durante su fase evolutiva, también el saco vitelino proporciona vitaminas liposolubles, ácidos grasos esenciales, lípidos y fosfolípidos requeridos para la formación de tejido embrionario, además de proteínas de importancia nutritiva que cumplen con una importante función inmunológica de transferencia de anticuerpos maternos (Maiorka *et al*, 2006).

El embrión utiliza los nutrientes del saco vitelino, como partículas de lipoproteínas, que pasan por las células endodérmicas de los vasos sanguíneos del cordón umbilical para llegar a las células de los tejidos embrionarios. El 20% de la proteína residual del saco vitelino corresponde a las inmunoglobulinas maternas o anticuerpos maternos, y los lípidos residuales son básicamente triglicéridos, fosfolípidos y colesterol. Por consiguiente, Maiorka *et al* (2006) proponen que los componentes residuales del saco vitelino no deben ser utilizados como fuentes de energía y aminoácidos, ya que pueden privar al pollo de la protección otorgada por su madre, y de la formación de las membranas celulares del embrión, por lo tanto, son más importantes y útiles para el pollo recién nacido como macromoléculas intactas (inmunoglobulinas, fosfolípidos, etc.) que como moléculas metabolizadas.

El 80% del contenido total de lípidos del saco vitelino se movilizan y se usan durante los últimos 7 días de incubación, y constituyen la principal fuente energética del embrión (Maiorka *et al*, 2006).

En el momento de la eclosión el saco vitelino tiene un 16-35% de lípidos y un 20-25% de proteína (Reidy *et al*, 1998 citado por Noy y Sklan, 1999). Los lípidos son fundamentalmente triglicéridos y fosfolípidos con pequeñas cantidades de ésteres de colesterol y ácidos grasos libres (Noy y Sklan, 1998). En el duodeno se liberan algunos ácidos grasos libres a partir de acil-glicéridos, su proporción aumenta con la edad, mientras que el porcentaje de triglicéridos se reduce. Así, el contenido de lípidos es transferido desde el saco vitelino a la circulación del embrión como partículas de lipoproteínas. En el ciego la composición de las fracciones lipídicas se asemejan a la composición de la yema antes y después del nacimiento, comenzando a mostrar niveles crecientes de ácidos grasos libres sólo después de 4 días. Noy y Sklan (1998) observaron que el saco vitelino parece estar en equilibrio con los fluidos corporales, siendo el movimiento bidireccional y no específico. Esto lo lograron observar al inyectar azul dextrano en el saco vitelino un día antes del nacimiento, lo que reveló pulsaciones intermitentes que movían

los contenidos de la yema por el tallo vitelino. Cuando los contenidos de la yema llegan al intestino ocurren movimientos antiperistálticos, los que hacen una transferencia del contenido ya digerido hacia el duodeno, observándose así una distribución del contenido de la yema entre el intestino proximal y distal. Estos movimientos antiperistálticos del intestino delgado aparentemente aumentan con la edad después del nacimiento (Noy y Sklan, 1998).

Con respecto a las enzimas digestivas que se encuentran en la membrana del borde en cepillo del intestino, como sacarasa, isomaltasa, peptidasas y fosfatasa, durante el desarrollo embrionario, estas ya están presentes en el tracto gastrointestinal, pero parece ser necesaria la presencia de sustratos para inducir su actividad. La expresión de disacaridasa es limitada, debido al bajo almacenamiento de carbohidratos en esta etapa. Sin embargo, esta actividad enzimática aumenta entre dos y cuatro veces durante los dos primeros días de vida. Este aumento inmediatamente posterior al nacimiento es evidente en aves que son inducidas mediante la ingesta de pequeñas cantidades de alimentos altos en carbohidratos (Maiorka *et al*, 2006).

Sell *et al* (1991), citado por Maiorka *et al* (2006), estudiaron la actividad específica de la amilasa, lipasa y tripsina pancreática durante las etapas embrionarias y post-embrionarias. Encontraron que la actividad de la amilasa aumentó 3 veces al sexto día del embrión, la lipasa permaneció constante entre el primer y octavo día, mientras que la tripsina tuvo un aumento insignificante. No obstante, la actividad total de las enzimas pancreáticas aumentó considerablemente tras el nacimiento, esto comprueba que los pollos recién nacidos cuentan con una reserva de enzimas pancreáticas producidas durante el crecimiento embrionario, pero a la vez, estas reservas no son suficientes para la hidrólisis del sustrato en el lumen (Nitsan *et al*, 1991).

Con todo lo anteriormente descrito podemos concluir que se ha tomado al saco vitelino como una herramienta formidable de supervivencia con la que la

naturaleza ha dotado a las aves para enfrentar los momentos más críticos desde su desarrollo embrionario hasta la alimentación exógena después del nacimiento.

## **2.2 NUTRICIÓN POST-NACIMIENTO Y SU RELACIÓN CON DESARROLLO EMBRIONARIO**

Como se expuso en la sección anterior, el saco vitelino está constituido por lípidos y proteínas de importancia nutritiva, y cumple además con una importante función inmunológica de transferencia de anticuerpos maternos (IgA) mientras se produce el traspaso a la utilización de alimentos exógenos ricos en carbohidratos y proteínas (Noy y Sklan, 2003).

Los requerimientos nutricionales para esta etapa inicial no han sido definidos en forma precisa, y aunque muchos estudios han examinado los requerimientos nutricionales de los pollos. En su mayoría estos han comenzado desde el día 7, una vez que la yema ya no está presente (Noy y Sklan, 2003).

Al nacer los pollos, utilizan como alimento los nutrientes que aporta la yema, que termina por reabsorberse entre 3 y 5 días después de la eclosión. Por lo tanto, los primeros días después del nacimiento y hasta aproximadamente los 14 días de edad, el tubo digestivo y sus órganos asociados, experimentan cambios significativos tendientes a permitir una adecuada transición desde una alimentación embrionaria dependiente –fundamentalmente- de los lípidos y proteínas del huevo hacia una dieta rica en carbohidratos, proteínas y grasas, que al llegar al intestino deben ser hidrolizadas antes de ser absorbidos. (Murakami *et al.*, 1992).

Hay estudios que indican que el saco vitelino se reabsorbe más rápidamente en pollos que reciben precozmente alimento, que en los que permanecen en ayuno, lográndose en los primeros, mayores índices de crecimiento (Noy y Sklan, 1997)

La transición desde una alimentación dependiente de la yema en el embrión a una alimentación independiente después del nacimiento, va acompañada de un cambio en la actividad de las enzimas pancreáticas. La secreción de proteasas pancreáticas después del nacimiento, junto con el desarrollo de la actividad hidrolítica de péptidos en la superficie del lumen intestinal, no sólo dependen de la edad de los pollos sino también del inicio del consumo de alimento (Austic, 1985). Es por eso que, un acceso temprano al alimento permite un aumento en el peso relativo del intestino, en la longitud de las vellosidades y en el diámetro intestinal, todos factores que mejoran la utilización de nutrientes.

La longitud del intestino aumenta durante la primera semana de vida incluso en la ausencia de alimento, sin embargo, el consumo de alimento es esencial para el inicio del desarrollo de las vellosidades intestinales. A las dos semanas de edad el intestino tiene plena capacidad digestiva y absorbiva. Cinco días antes de la eclosión, las vellosidades intestinales comienzan gradualmente a alargarse alcanzando su máximo a los 6 días de edad en el duodeno y a los 10 días de edad en el yeyuno e íleon. Paralelamente aumenta el área de superficie intestinal y el número de enterocitos (Sklan, 2000). El volumen de las vellosidades intestinales alcanzan su máximo entre 10 y 15 días después de la eclosión (González, 2000).

Noy y Sklan (1998) en uno de sus artículos afirman que el alimento estimula el crecimiento del intestino y su capacidad absorbiva, también han demostrado que mientras antes tengan acceso los pollos al alimento, mayor será su ganancia de peso, tanto a los 7 días como a la edad de faenamiento.

Otros estudios hechos por Macleod *et al* (2003) han comprobado que un mayor peso corporal en la primera semana de vida del pollo está correlacionado positivamente con un peso superior a 42 días de edad, lo que también permite un aumento en el peso del músculo de la pechuga. El aumento en el porcentaje de pechuga puede ser debido a un desarrollo diferencial del músculo y esqueleto o a

efectos a largo plazo que se inician por una alimentación temprana (Noy y Sklan, 1999).

La descripción de los cambios en el aparato digestivo es una muestra de las ventajas que puede representar el uso de un alimento con ingredientes de mayor disponibilidad en la primera semana de vida del pollo Broiler (Amena, 2003).

Que los pollos tengan acceso temprano al alimento es importante ya que al nacer consumen rápidamente el glicógeno hepático por tener acceso al oxígeno. Sin embargo, durante este período inicial, el pollo tiene un alto requerimiento de carbohidratos, los cuales no son aportados por la yema. Los requerimientos energéticos del neonato pueden ser cubiertos por los lípidos de la yema en su primera fase, pero al no tener acceso a una fuente de glucosa, como por ejemplo un ayuno muy prolongado, para reestablecer el glicógeno hepático sufre una ketosis producto de una activa gluconeogénesis. Una falta en el aporte de carbohidratos aumentará la dependencia de la proteína para gluconeogénesis disminuyendo la disponibilidad de aminoácidos para el crecimiento inicial (González, 2000).

Siempre se debe considerar que la transición desde una alimentación dependiente de la yema a una alimentación independiente después del nacimiento, va acompañada de un cambio en la actividad de las enzimas pancreáticas (Noy y Sklan, 1995).

En estudios sobre la digestión y absorción del pollo joven se han examinado las concentraciones de enzimas pancreáticas, observándose que éstas aumentan con la edad, a pesar que las concentraciones de enzimas proteolíticas, amilolíticas y lipolíticas cambian a tasas diferentes (Noy y Sklan, 1995).

La actividad específica de la  $\alpha$ -amilasa pancreática alcanza su máximo 4 días después de la eclosión en los pollos, por lo tanto, la digestibilidad de los carbohidratos es de un 85% a los 4 días de edad sin sufrir cambios significativos

posteriormente. La actividad de la lipasa pancreática alcanza su máximo a los 16 días después del nacimiento donde alcanza su plateau. La tripsina y la quimiotripsina pancreáticas tienen una actividad muy reducida después del nacimiento, sin embargo alcanzan su máxima actividad 10 días después. La digestibilidad de las proteínas mejora de 78% a 90% desde los 4 a 21 días de edad, consecuentemente el aprovechamiento de las proteínas es más limitante que la de los carbohidratos o lípidos en el pollito recién nacido (Noy y Sklan, 1995).

En este mismo estudio se afirma que las secreciones biliares son bajas después del nacimiento, aumentan con la edad y pueden limitar la absorción de grasas, ya que las adiciones de ácido cólico en la dieta mejoran la digestión de las grasas en pollitos jóvenes. Krogdahl y Sell (1985) descubrieron que la secreción de sales biliares aumentó hasta los 21 días y luego disminuyó. En este estudio, la secreción de componentes biliares, incluyendo sales biliares y ácidos grasos al duodeno aumento 8 a 10 veces entre 4 a 21 días post-nacimiento.

A los 14 días de edad de los pollos, los ácidos grasos no son bien utilizados, son los ácidos grasos poliinsaturados (AGP) los que tienen una mayor digestibilidad (más de un 80 %) en pollos de 1 a 7 días de edad. Estudios realizados en los últimos años han demostrado que la adición de diferentes concentraciones de ácidos grasos omega-3 en la dieta inicial de pollos Broiler tienen efectos beneficiosos tanto en su desarrollo fisiológico como en la resistencia a la coccidiosis (González, 2000).

De lo anteriormente expuesto se puede concluir que durante la fase inicial de crecimiento los lípidos de la dieta deben ser de cadena corta (< a 10 C) e insaturados. El uso de ácidos grasos omega-3 del tipo EPA (C 22:5), DHA (C 22:6) y linolénico (C 18:3) a esta edad pueden ser muy beneficiosos para la respuesta inmune, como para el crecimiento y desarrollo del pollo Broiler (González, 2000).

Existen otras enzimas que están ancladas a la membrana del borde en cepillo del intestino que realizan las etapas finales de hidrólisis de nutrientes provenientes de la digestión luminal. Estas enzimas incluyen disacaridasas (sacarasa-isomaltasa), peptidasas (glutamilttransferasa) y fosfatasa (fosfatasa alcalina). La actividad de estas enzimas es proporcional al desarrollo de los enterocitos después de los 2 días de edad y el peso vivo de las aves. Esta correlación confirma que la actividad de estas enzimas de membrana juegan un papel importante en proveer de substratos para el crecimiento.

El incremento progresivo en el área absortiva, de las secreciones pancreáticas y de la capacidad hidrolítica de la mucosa sugieren que el consumo de alimento, el crecimiento del intestino y la actividad enzimática, están coordinadas en aves jóvenes para mantener una eficiente disponibilidad de nutrientes (Sklan, 2000).

Con todo lo anterior, se puede comprender que el desarrollo fisiológico temprano del intestino, de los factores que lo afectan y su relación con el desarrollo posterior de los pollos, lleve a concluir que el manejo nutricional en las primeras etapas de crecimiento es fundamental para lograr adecuados resultados productivos. Esto implica alimentar a las aves de tal forma de lograr el mayor aprovechamiento posible de los nutrientes, manteniendo la integridad del sistema gastrointestinal, lo que significa lograr un desarrollo inicial adecuado para luego continuar con estrategias nutricionales tendientes a optimizar la rentabilidad del kilo de carne producido (González, 2000).

En los últimos años, se ha hecho una práctica común en la industria aviar utilizar una dieta de pre-inicio de 1 a 7 o 10 días de edad con el objeto de entregar al pollo Broiler una nutrición adecuada bajo los conceptos descritos anteriormente. Con este propósito en la Universidad de Chile se desarrolla un proyecto que evalúa los efectos de dietas pre-inicio en pollos Broiler.

### **3. INMUNIDAD DEL POLLO BROILER**

El desarrollo del sistema inmunológico del Broiler comienza durante el período embrionario y continúa tras el nacimiento. Durante los primeros siete días de vida, gran parte de la inmunidad está constituida por los anticuerpos maternos.

Los órganos inmunológicos primarios de las aves son el timo y la bolsa de Fabricio, mientras que los secundarios son el bazo, glándula de Harder, médula ósea y el tejido linfático asociado a la conjuntiva, a los bronquios y al intestino (Maiorka *et al*, 2006).

La bolsa de Fabricio es un órgano esencial para la maduración de linfocitos B y producción de anticuerpos, se ubica estratégicamente al final del tracto gastrointestinal, permitiendo el contacto entre células inmunológicas y antígenos presentes en la dieta (Sharma, 1998 citado por Maiorka *et al*, 2006).

Los principales órganos linfoides, tales como el timo y la bolsa de Fabricio, comienzan a desarrollarse en una etapa embrionaria temprana. El timo ya es visible a los 5 días de incubación y a los 6,5 días las células madre dejan el saco vitelino y comienzan a colonizar esta área. Asimismo, los primeros elementos de la bolsa de Fabricio aparecen al cuarto día de la incubación y reciben las células madre provenientes del saco vitelino al 7,5 días de incubación. Por el contrario, la respuesta humoral alcanzará su madurez sólo después de la primera semana post-nacimiento. En cambio, los órganos linfoides secundarios se desarrollan parcialmente en el nacimiento, pudiendo ser capaces de responder efectivamente sólo diez días después del nacimiento (Mast and Goddeeris, 1999 citado por Maiorka *et al*, 2006).

Durante los primeros días de vida del pollo Broiler, la falta de una respuesta humoral específica y bien desarrollada hace que sean muy dependientes de los anticuerpos maternos. Los anticuerpos IgM e IgA del líquido amniótico son

ingeridos por el embrión, desempeñando un papel local. Los anticuerpos IgG se encuentran en el saco vitelino y son absorbidos al final de la incubación (Kowalczyk *et al*, 1985 citado por Maiorka *et al*, 2006).

El período comprendido entre la etapa final del desarrollo embrionario y los primeros días de vida, coinciden con una etapa sensible y compleja de la maduración del sistema inmunológico, por lo que la restricción alimentaria durante este período puede afectar de manera significativa la función inmunológica (Maiorka *et al*, 2006).

El pollo Broiler para adaptarse a la rápida transición a nutrientes externos sufre cambios significativos en el tracto gastrointestinal durante los primeros días de vida. Estos incluyen un rápido aumento de masa, número de vellosidades, longitud, profundidad y células proliferativas. Se produce un rápido desarrollo del tejido linfoide asociado al intestino (GALT) de manera concomitante con el desarrollo de estructuras y funciones digestivas. El desarrollo del tejido linfoide asociado al intestino es esencial para la supervivencia del pollo Broiler, especialmente durante las dos primeras semanas de vida, cuando los anticuerpos maternos son importantes para la respuesta humoral (Bar-Shira y Friedman, 2005).

Pueden haber tres mecanismos involucrados en los cambios del sistema inmunológico causados por la nutrición inmediatamente después del nacimiento. En primer lugar, la alimentación aumenta la disponibilidad de sustratos limitantes para el desarrollo total de los órganos linfoides. En segundo lugar, la falta de alimentación puede afectar los niveles de hormonas endógenas y otros moduladores inmunológicos esenciales para la actividad de estas células. En tercer término, la presencia de antígenos en el tracto gastrointestinal puede ser importante para la diferenciación y maduración completa del sistema inmunológico, en especial de linfocitos B (Dibner *et al*, 1998 citado por Maiorka *et al*, 2006).

El GALT, a diferencia de otros sistemas inmunes asociados a lúmenes, se enfrenta con dos tipos de moléculas antigénicas: a) antígenos inocuos (aquellos que son básicamente nutrientes y como tales no debieran evocar respuestas inmunológicas) y b) Antígenos derivados de patógenos externos o intestinales que debieran evocar respuestas inmunológicas protectoras. Por lo tanto, el equilibrio entre respuesta y tolerancia en el intestino se encuentra finamente sintonizado y depende en gran medida de la interacción entre las células inmunológicas y las del parénquima intestinal (Bar-Shira y Friedman, 2005).

En un sentido amplio se podría sostener que cualquier molécula antigénica que es absorbida por los enterocitos (transcitosis intracelular) es tolerogénica, mientras que cualquier fracción antigénica que penetra el revestimiento intestinal, ya sea por vías transcelulares o a través de células de revestimiento fagocíticas (por ej. células M) es inmunogénica (Bar-Shira y Friedman, 2005).

El GALT del pollo Broiler se organiza como células inmunes dispersas ubicadas en la capa epitelial del sistema gastrointestinal y en la lámina propia subyacente; estructuras y agregados linfoides adicionales se localizan en diversos sitios a lo largo del tracto alimentario. El segmento superior del tracto intestinal y que conduce a la molleja es pobre en estructuras linfoides, con excepción de la tonsila esofágica ubicada en la unión entre esófago y proventrículo, y agregados linfoides ubicados en la lámina propia proventricular. Los folículos linfoides son abundantes en los ciegos, además de los folículos linfoides principales, conocidos como tonsilas cecales localizadas en la región proximal de los ciegos (Bar-Shira y Friedman, 2005).

Kitagawa *et al* (1998), citado por Bar-Shira y Friedman (2005), reportaron la presencia de numerosos nódulos linfoides a lo largo de los ciegos, la mayoría de los cuales estaban situados en la región apical. También encontraron numerosos nódulos linfoides en el ápice cecal. El colon está desprovisto de folículos linfoides, pero éstos se tornan abundantes nuevamente en el canal que conduce a la bolsa

de Fabricio. Las regiones mucosas y submucosas del canal de la bolsa están muy pobladas de folículos linfoides. También se encuentran nódulos linfoides aislados en el proctodeo y urodeo.

En el pollo Broiler, el mayor contacto con la microflora ocurre en el intestino distal. Esto se debe a la naturaleza fermentativa de los ciegos y a la afluencia de bacterias por la cloaca gracias a la peristalsis retrógrada. El movimiento retrógrado de la cloaca y colon ha sido explicado tradicionalmente como un medio para ampliar la reabsorción de agua a partir de las secreciones renales excretadas hacia la cloaca. Sin embargo, se cree que este movimiento también cumple dos importantes funciones inmunológicas: a) es un medio para absorber anticuerpos secretados a través del canal de la bolsa de fabricio; b) sirve para examinar bacterias externas a través del recto. De acuerdo a este patrón, el desarrollo de folículos linfoides en el intestino del ave demostró estar asociado con la colonización del intestino por parte de la microflora (Kitagawa *et al*, 1998 citado por Bar-Shira y Friedman, 2005).

En conclusión, se puede afirmar que es muy importante el manejo, el acceso al alimento lo más temprano posible, ya que conlleva diversas ventajas como: mejor tolerancia, respuestas más tempranas, mejor protección, un sistema digestivo bien desarrollado, además de un mayor desarrollo y crecimiento muscular. Tampoco hay que dejar de lado que la exposición temprana al ambiente, en ausencia de un sistema linfóide maduro, podría comprometer la salud del pollo. Esto podría evitarse, en parte, gracias a un suministro adecuado de anticuerpos maternos, lo que destaca la importancia de la vacunación de las reproductoras Broiler. Finalmente, el suministro temprano de alimento promueve la inmunidad al aumentar el acceso al intestino posterior de la microflora ambiental (Bar-Shira y Friedman, 2005).

#### **4.- HARINA DE PESCADO COMO FUENTE PROTÉICA EN DIETAS PARA POLLOS BROILER.**

La harina de pescado es un alimento de alto contenido proteico. Para su formulación se ocupan diferentes tipos de peces como anchoveta, jurel, merluza y residuos de fábricas de conservas. Esto hace que exista una variación considerable en la composición, naturaleza física y otras características que dependen de la materia prima utilizada y del proceso de fabricación (Miles y Jacob, 1997).

La harina de pescado es agregada a las dietas de aves como un recurso de proteína animal altamente digestible. Contiene entre un 57 a un 77% de proteína y dentro de los aminoácidos esenciales que contiene, los más importante son la lisina, metionina y triptófano (Miles y Jacob, 1997).

Otra característica de la harina de pescado es su nivel energético (desde 2500-3200 Kcal.), el cual depende del aceite residual que contenga. Generalmente va en un rango de 2 a un 5% (Leeson y Summers, 2001). También se caracteriza porque contiene proporciones variables de ácido linolénico, un ácido esencial para los pollos Broiler. Si se suplementa con bajos niveles de harina de pescado en dietas de aves, se produce un aumento de los ácidos grasos  $\omega$ -3 en la musculatura de los pollos (Miles y Jacob, 1997). Los ácidos  $\omega$ -3 de cadena larga (DHA y EPA), producen una regulación de la respuesta inmune y resistencia a las enfermedades. Estos ácidos son precursores de los eicosanoides (prostaglandinas, leucotrienos y tromboxanos) que regulan casi todos los eventos fisiológicos en las aves, tales como crecimiento, inmunidad y termorregulación (Klasing, 1998)

Se ha comprobado que el uso de harina de pescado en las dietas de aves favorece el crecimiento de los pollos, debido a su balance aminoacídico, posee un pool aminoacídico más completo por ser proteína de origen animal y, por lo tanto,

es capaz de cubrir los requerimientos aminoacídicos en mejor forma que la proteína vegetal (Klasing, 1998).

A pesar de que la harina de pescado tiene un alto valor biológico, su calidad puede variar dependiendo del manejo que se haga. Cuando se ha secado a una temperatura muy alta se produce un calentamiento de la misma que resulta en un producto tóxico llamado Mollerossina, que causa erosión y ulceración en la molleja de las aves, esto produce hemorragias que se transforman en un fluido negro que es expulsado por la nariz y la boca de las aves afectadas. A esta enfermedad se le llama Vómito Negro y puede producir una mortalidad de un 1 a un 10% en pollos, gallinas, pavos y codornices (Leeson y Summers, 2001).

Otra desventaja de la harina de pescado es que puede producir sabor a pescado en la carne de pollos Broiler, lo que no es aceptado por los consumidores, esto depende del porcentaje de incorporación (Leeson y Summers, 2001).

Por las desventajas mencionadas anteriormente, más el aumento del precio de la harina de pescado en los últimos años, ésta se ha retirado de las dietas de los pollos Broiler (Maucher, 2007).

## **5.- HIDROLIZADOS PROTEÍCOS UTILIZADOS EN LAS DIETAS DE POLLOS BROILER**

Durante los últimos 40 años, la edad de sacrificio del pollo Broiler ha sido reducida aproximadamente un día cada año. Como ya se indicó anteriormente, esta tendencia enfatiza la importancia del crecimiento durante la primera semana de vida, la cual constituye el 16% del período de vida del pollo Broiler. Es precisamente durante este período de transición, entre la absorción de la yema por parte del embrión y la utilización del alimento exógeno, donde se producen muchos cambios incluyendo la maduración del sistema de termorregulación, el comienzo de la inmunocompetencia, así como cambios en los patrones de crecimiento de los órganos (Cuervo *et al*, 2002).

El suministro de un producto que proporcione los nutrientes necesarios para los pollos recién nacidos, durante las primeras 48 a 72 horas, producirá efectos positivos, tales como la reducción de la deshidratación, una rápida reabsorción del saco vitelino, estimulación del desarrollo del hígado, páncreas e intestino, incluyendo un aumento de la longitud de la vellosidad intestinal y un mayor desarrollo del sistema inmunitario al estimular la proliferación de las células en la bursa, facilitando el rápido desarrollo de la inmunidad humoral. Esto tiene como resultado una mejor utilización de los nutrientes, mejor conversión alimenticia, mayor ganancia de peso corporal, mejoramiento en la producción de pechuga, reducción en la mortalidad, aumento de la viabilidad y un mejor desempeño al final del ciclo (Cuervo *et al*, 2002).

En un estudio reciente sobre los efectos de macronutrientes alimenticios durante la primera semana post-nacimiento, se encontró que los pollos no aumentaban la ingesta de alimento al ser alimentados con dietas de baja densidad energética. Más aún, en dietas con elevada densidad energética, solamente disminuyó en forma leve la ingesta de alimento. Según los autores de este estudio, Noy y Sklan (2003), se ha demostrado que la alimentación con dietas altas en proteína cruda e

índices balanceados de aminoácidos esenciales durante la primera semana post-nacimiento puede mejorar considerablemente el rendimiento y la ventaja obtenida en el crecimiento se mantiene hasta el sacrificio.

Una parte significativa de la respuesta de crecimiento que requiere aminoácidos esenciales es la acreencia de músculos (Hurwitz *et al*, 1978 citado por Noy y Sklan, 2003). Para la formación de cualquier proteína, todos los aminoácidos requeridos deben estar presentes y disponibles para que se produzca la síntesis (Noy y Sklan, 2003).

El potencial para el aumento del crecimiento muscular del pollo Broiler, está presente obviamente durante la primera semana, como lo indica el aumento de crecimiento logrado en dietas altas en proteína cruda y con un adecuado balance de aminoácidos esenciales. Una explicación a esto es que las dietas pueden afectar las dinámicas de la células satélites, que son células miogénicas precursoras que proliferan rápidamente sólo cerca del nacimiento, para luego volverse inactivas tras varios días (Halevy *et al*, 2000 citado por Noy y Sklan, 2003). Por lo tanto Noy y Sklan (2003), concluyen en este estudio que una alimentación alta en proteína cruda, con índices balanceados de aminoácidos, puede producir un aumento significativo del crecimiento en el período inmediatamente posterior al nacimiento.

Existen otros estudios sobre fuentes de proteínas suplementarias que se han incluido en las dietas de pollos Broiler, especialmente en la dieta de pre-inicio. Estas fuentes de proteínas suplementarias corresponden a hidrolizados de pescado, ya que por mucho tiempo se ha considerado que el alimento de pescado contiene factores de crecimiento que promueven el crecimiento de las aves (Wu *et al*, 1984).

La inclusión de alimento de pescado es normalmente limitado debido al costo y efectos indeseados, como carne con mal sabor (Wu *et al*, 1984).

Los hidrolizados de pescado son fuentes valiosas de componentes como proteínas, aceites, pigmentos, vitaminas, minerales y enzimas. Tienen o pueden tener un uso potencial en alimentos, fármacos y aplicaciones en acuicultura, agricultura e industria (Aurrekoetxea y Perere, 2001).

El acceso temprano de dietas a base de hidrolizados de pescado, en pollos Broiler, causan aumentos en el peso corporal, a corto y largo plazo (crecimiento compensatorio), y una mayor proporción de carne de pechuga y muslo al momento del sacrificio (Noy y Sklan, 1998).

Lo anterior se puede explicar, según Noy y Sklan (1995), porque el sistema de digestión de proteínas del pollo Broiler experimenta adaptaciones considerables durante el período post-nacimiento y, de acuerdo a algunos estudios, estos cambios dependen del nivel de alimentación y composición de la dieta. Además la digestión de proteínas en el intestino delgado aumenta de un 78%, en el cuarto día, a un 92% en el día 21.

Austic (1985) afirma que considerar la composición de la dieta influye en el transporte de aminoácidos y, por lo tanto, dietas altas en proteínas aumentan la tasa de absorción de aminoácidos en el intestino, pero el grado de efecto varía según el tipo de aminoácido.

Para entender lo anterior hay que tener en consideración que la proteína es un macronutriente esencial para el crecimiento y el mantenimiento de las estructuras corporales. Un concepto importante en nutrición proteica es la calidad de la proteína que viene, principalmente, determinada por el perfil y proporción de aminoácidos que la componen (Martínez y Martínez, 2006).

Desde el punto de vista nutricional la proteína es un macronutriente presente en los alimentos. La importancia de la proteína presente en la dieta reside en su capacidad de aportar aminoácidos para atender al mantenimiento de la proteína

corporal y al incremento de ésta durante el crecimiento. La limitación en el aporte de energía y de proteína conduce a un retraso en el crecimiento (Martínez y Martínez, 2006).

### **5.1.- PROCESO INDUSTRIAL DE HIDRÓLISIS**

La hidrólisis se define como la división de un compuesto en fragmentos al añadir agua, siendo el grupo hidroxilo incorporado a un fragmento y el átomo de hidrógeno al otro. Esta reacción reversible común ocurre en la naturaleza con un sinnúmero de compuestos incluyendo proteínas, ácidos nucleicos y almidones (Blood y Studdert, 1993).

El hidrolizado de proteína se define como una mezcla de aminoácidos producida por la rotura de una proteína con ácidos, bases o enzimas. Tales preparados proporcionan el equivalente nutritivo del material original en forma de sus aminoácidos constituyentes (Blood y Studdert, 1993).

Los hidrolizados de proteína de pescado pueden obtenerse utilizando tratamientos químicos o enzimáticos que originan productos totalmente solubles, de elevado contenido proteico y bajo contenido graso. La hidrólisis ácida consiste básicamente en someter al músculo de pescado a la acción de un ácido, por ejemplo, ácido clorhídrico a una temperatura de 110<sup>o</sup> C durante 24 horas (Sampedro *et al.*, 1986. citado por Aurrekoetxea y Perere, 2001), mientras que la hidrólisis enzimática se consigue por medio de la actuación de una enzima con actividad proteolítica.

La hidrólisis enzimática presenta diferentes ventajas frente a los métodos químicos de procesado para la obtención de hidrolizados proteicos entre las que se pueden citar (Aurrekoetxea y Perere, 2001):

- a. La especificidad de acción de la enzima, lo que posibilita el control de las características en el producto final.
- b. Las condiciones de reacción suaves en las que tiene lugar la digestión de las proteínas que permiten obtener un producto soluble de elevada calidad, ya que el músculo no es sometido a temperaturas y pH extremos ni a la acción de disolventes orgánicos, bases o ácidos que pudieran comprometer el valor nutritivo del producto final.
- c. La no destrucción de aminoácidos esenciales que hace que la proteína retenga su valor nutritivo mejor que los hidrolizados ácidos y básicos tradicionales.
- d. Y la inactivación de la enzima por calentamiento haciéndose innecesaria su eliminación del medio de reacción (Aurrekoetxea y Perere, 2001).

La tecnología de la hidrólisis enzimática consiste en la modificación de las proteínas, lo que permite una solubilización de ellas, generando una gran cantidad de proteosas, peptonas y péptidos de diferentes tamaños, además de una fracción de aminoácidos libres. La relación entre estas moléculas puede ser controlada y optimizada de acuerdo a las necesidades nutricionales de la especie a la cual está orientado el producto. Este diseño de distribución de Peso Molecular optimizado para cada especie permite que las moléculas generadas sean digestibles y altamente absorbidas por los animales (Aurrekoetxea y Perere, 2001).

## **5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS HIDROLIZADOS DE PESCADO.**

El concepto de desarrollo de productos a partir de hidrolizados de pescado esta sustentado en la base de la obtención de peptonas y proteosas a partir de pescado entero, materia prima con un alto valor nutritivo, el cual puede ser preservado y mejorado a través de la utilización de biotecnología (Bouchez y Azzi, 1991, citado por Aurrekoetxea y Perere, 2001).

La tecnología de hidrólisis enzimática consiste en la modificación de las proteínas del pescado. En primera instancia se produce la solubilización de las proteínas, generando cadenas polipeptídicas de menor tamaño, las cuales al ser hidrolizadas mediante un proceso altamente controlado (pH, temperatura y uso de enzimas), permite la aparición de péptidos de diferentes tamaños y una fracción de aminoácidos libres, los cuales pueden ser controlados de acuerdo a las necesidades nutricionales de la especie a la cual esta orientado el producto (Bouchez y Azzi, 1991, citado por Aurrekoetxea y Perere, 2001).

Este diseño de distribución de peso molecular optimizado para cada especie permite que estas proteosas (mezcla de productos fraccionados formados por la hidrólisis de moléculas proteicas), peptonas (sustancia producida por la transformación de las proteínas mediante la acción de la pepsina), péptidos (cualquier tipo de compuesto de bajo peso molecular que da 2 ó más aminoácidos en su hidrólisis) y aminoácidos (compuesto orgánico que contiene el grupo amino (-NH<sub>2</sub>) y el carboxilo (-COOH) y que se encuentra en forma natural en tejidos vegetales y animales) sean más fácilmente absorbidos por las aves después del nacimiento. La diferencia de estos compuestos básicamente es la solubilidad entre ellos (Profish, 2006).

De esta forma el producto final obtenido se caracteriza por:

- Alto contenido de proteínas
- Bajo contenido en grasas

- Alta digestibilidad de proteínas.
- Alto valor energético.
- Gran palatabilidad.
- Gran capacidad ligante con el resto de los constituyentes de las dietas (Profish, 2006).

### **5.3.- HIDROLIZADOS PROTEICOS DE PESCADO: BIOCP®, EP-400®**

Tomando en cuenta lo importante que es el tipo de alimento que se ofrece a los pollos dentro de las dos primeras semanas de vida, la industria ha elaborado dos productos hidrolizados proteicos de pescado llamados BIOCP® y EP-400®, que fueron incorporados a las dietas pre-inicio de los pollos Broiler en este estudio (Profish, 2006).

El BIOCP® es un concentrado de peptonas hecho con pescado entero de alta calidad y fresca, desarrollado para ser utilizado como ingrediente en dietas de pre-inicio para cerdos, aves, acuicultura y mascotas (Profish, 2006).

BIOCP® es un producto altamente nutritivo, fuente de una serie de compuestos con actividades bioquímicas y fisiológicas de gran importancia para el desarrollo y crecimiento de numerosos órganos y tejidos en los animales recién nacidos. Por tratarse de un producto elaborado con pescado entero, contiene proteínas, grasas, vitaminas, y minerales propios de éste, pero además contiene nucleótidos, poliaminas, ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 y especialmente aquellos poliinsaturados de cadena larga (EPA y DHA) y factores potenciales de crecimiento. La proteína contenida en BIOCP® ha sido hidrolizada mediante enzimas bajo condiciones controladas. Es por ello, que se han generado proteosas, peptonas, péptidos y algunos aminoácidos libres que serán absorbidos eficientemente en el epitelio intestinal de los animales pequeños. Muchos de estos compuestos serían

péptidos y polipéptidos de bajo peso molecular que se encontrarían encriptados en la proteína nativa y serían liberados mediante el proceso de hidrólisis enzimática, los cuales podrían tener funcionalidad biológica benéfica para los animales. Estos compuestos parecen tener poca influencia en animales adultos, debido a la escasa permeabilidad del epitelio intestinal el cual sólo permite absorber dipéptidos, tripéptidos y aminoácidos libres (Profish, 2006).

Considerando que la materia prima utilizada en la elaboración de BIOCP® es pescado entero y no descartes, el producto contiene proteína hidrolizada de alto valor nutricional, rico en aminoácidos esenciales y semiesenciales provenientes del tejido muscular y órganos del pescado. Aminoácidos termosensibles como metionina, lisina, cistina, triptofano, y taurina han sido preservados cuidadosamente a través de un procesamiento a bajas temperatura (Profish, 2006).

El proceso productivo de BIOCP® ha sido desarrollado para minimizar el daño térmico o químico a la proteína de pescado y preservar su calidad nutricional al máximo, evitando la aparición de productos que no serán reconocidos por los sistemas de transporte de aminoácidos y/o péptidos (Profish, 2006).

BIOCP® fue diseñado para mantener y proteger los lípidos del pescado (Profish, 2006).

Estudios científicos han demostrado que el aceite de pescado participa en los mecanismos de defensa contra las enfermedades, los cuales indican que los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) del tipo  $\omega$ -3, contenidos en el pescado, afectarían al sistema inmune debido a su habilidad de alterar la producción de citoquinas y disminuir la biosíntesis de eicosanoides, productos que estarían involucrados en la respuesta inflamatoria asociada a las enfermedades (Profish, 2006).

Estudios en aves, hechos por la misma empresa, han evidenciado que la incorporación creciente de hasta 2% de aceite de pescado en la dieta permite reducir el efecto de las enfermedades. Estudios comparativos entre aceite de pescado y harina de pescado han demostrado que el aceite de pescado se mostraría mucho más eficiente. Estas diferencias podrían ser atribuidas a la presencia de sólo una fracción de los lípidos del pescado en la harina y a que estos se encuentran mucho más oxidados en comparación que los presentes en el aceite. Considerando que BIOCP® contiene entre un 20-24% de grasa, lo que corresponde a casi la totalidad de los lípidos presentes en la dieta y que además se encuentran protegidos de la oxidación eficientemente, su inclusión en las dietas iniciales de aves permitirán que se beneficie con sus propiedades nutricionales en conjunto con su capacidad de aumentar la resistencia a las enfermedades (Profish, 2006).

El EP- 400® se produce bajo los mismos conceptos del BIOCP®, pero bajo condiciones ambientales diferentes (actividad enzimática, tiempo, temperatura, etc.). Por lo que es considerado un sobrehidrolizado, con lo que se obtienen menores pesos moleculares (Profish, 2006).

Se cree que la combinación de estos hidrolizados proteícos con fuentes de proteína vegetal, como el Gluten trigo y el Gluten de maíz, ocupados en este estudio, producen además de una disminución del costo del uso de estos hidrolizados, una sinergia de estas proteínas que potenciarían aún más los beneficios que si fueran usados por sí solos, permitiendo así que las moléculas generadas sean digestibles y altamente absorbidas por los pollos en las primeras semanas de vida (Profish, 2006).

El Gluten de maíz es un subproducto de la molienda húmeda del maíz y es apropiado para todos los animales de granja. La composición desequilibrada de aminoácidos limita su empleo en las raciones de las aves de corral y cerdos. El

gluten de maíz contiene pigmentos y un 60% de proteína o más referido al peso seco (Codex stan 153, 1985).

El Gluten trigo es un producto alimenticio que se obtiene del trigo o de la harina de trigo mediante la extracción húmeda de algunos constituyentes no proteínicos (almidón, otros hidratos de carbono), contiene un 78% de proteína o más referido al peso en seco. Está constituido esencialmente por una mezcla de distintas proteínas, las principales son la gliadina y la glutenina (Codex stan 163, 1987).

Los temas desarrollados en esta memoria son de suma importancia para poder comprender la utilización de los hidrolizados proteicos de pescado en las dietas pre-inicio de los pollos Broilers. Hoy en día los avicultores requieren un crecimiento rápido y eficiente de las aves en explotación, debido a que en el mercado ha aumentado considerablemente el consumo de pollos Broiler debido a su bajo precio de venta. Es por ello que la realización de este estudio se basa en que si la inclusión de hidrolizados proteicos de pescado y dos fuentes de proteínas vegetales distintas en las dietas pre-inicio de los pollos Broilers, mejoran los indicadores productivos y los indicadores de calidad de canal durante todo el ciclo comercial.

## **HIPÓTESIS DE TRABAJO**

La utilización de dietas pre-inicio en pollos Broiler con la inclusión de hidrolizados proteicos de pescado y dos fuentes de proteínas vegetales distintas, mejoran los indicadores productivos y los indicadores de calidad de canal durante todo el ciclo comercial.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar los efectos de la inclusión, en dietas pre-inicio de pollos Broiler, de dos hidrolizados proteicos de pescado, y de dos fuentes de proteína vegetal sobre características de la canal e indicadores productivos, durante un ciclo comercial completo.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Evaluar algunas características de la canal de los pollos a los 14 días de edad y al finalizar el ciclo productivo a los 44 días de edad.
2. Evaluar el crecimiento muscular, a través de los pesos de los músculos pectorales y los músculos peronéo más gastrocnemio, a los 14 y 44 días y sus respectivas relaciones porcentuales con respecto al peso vivo, al peso de la pechuga y al trutro largo, respectivamente.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente estudio se llevó a cabo en la “Unidad Experimental de Producción y Nutrición Avícola” de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, ubicada en Santa Rosa 11735, comuna de La Pintana, Santiago.

Se utilizaron seiscientos treinta (630) pollos Broiler machos (Ross 308) de 1 día de edad seleccionados mediante un procedimiento de estandarización de pesajes, (se seleccionaron pollos en un rango de pesos vivos entre 40 y 47g), fueron distribuidos aleatoriamente en 30 corrales de piso con 21 pollos cada uno. En el experimento se utilizaron 6 tratamientos con 5 repeticiones, siendo cada repetición equivalente a un corral. Los tratamientos son los siguientes:

Tratamiento 1: Dieta maíz-soya (Control).

Tratamiento 2: BIOCP®, al 3,4% de inclusión. (BIOCP)

Tratamiento 3: EP-400® al 1,6% + 2% de Gluten de Maíz. (EP400+GM)

Tratamiento 4: EP-400® al 1,6% + 2% de Gluten de Trigo. (EP400+GT)

Tratamiento 5: EP-400®, al 2,0% de inclusión. (EP400)

Tratamiento 6: Harina de pescado, al 6% de inclusión. (HAPES)

Durante el período experimental las aves recibieron 4 dietas, siguiendo los estándares de la crianza comercial de pollos:

- Dieta 1: Pre-inicio, de 1 a 14 días de edad
- Dieta 2: Inicio, de 15 a 24 días
- Dieta 3: Crecimiento, de 25 a 38 días
- Dieta 4: Finalizador, de 39 a 44 días

Durante el período de 1 a 14 días de edad, en la dieta de pre-inicio de los pollos se administraron los tratamientos programados. En el **Anexo 2** se entrega la composición física y nutricional calculada de estas dietas. Las dietas para los períodos de inicio, crecimiento y finalizador fueron comunes para todas las aves y su composición física y nutricional se encuentran en el **Anexo 3**.

Todas las dietas fueron formuladas isoproteicas e isoenergéticas y se presentaron molidas (“mash”). Además, según el período productivo, estas dietas se ajustaron según los requerimientos del NRC (1994). El análisis químico de los productos sometidos a estudio se detallan en el **Anexo 4**.

Los pollos fueron mantenidos con un régimen de alimentación *ad-libitum* y consumo de agua a discreción, con una densidad de 12,5 pollos/m<sup>2</sup> al final del período productivo. Los corrales están ubicados en un pabellón experimental de estructura convencional con ventilación natural y calefaccionado mediante calefactores a gas con control de temperatura por termostato.

## **A.- Evaluación del crecimiento muscular**

A los 14 y 44 días de edad se realizó una evaluación del crecimiento de “pechuga” y “muslos”. Para esto, se seleccionaron 3 pollos por repetición, los cuales, fueron elegidos según un rango de peso de  $\pm 5\%$  del peso vivo promedio de cada repetición, estos pollos fueron sometidos al siguiente procedimiento:

- 1.- Los pollos fueron pesados individualmente en una balanza electrónica c/ una sensibilidad de 1 gr, y luego se sacrificaron por dislocación cervical a los 14 días y por el procedimiento de la planta faenadora a los 44 días de edad.

- 2.- Se removió la pechuga con hueso, sin piel, y el trutro entero derecho, sin piel, de cada ave (Norma Chilena 2773, of. 2005). Se registró su peso. Luego se procedió a disectar los músculos pectorales, gastrocnemios y peroneo correspondientes, registrándose su peso.
- 3.- A los 14 y 44 días de edad, los pesos de los músculos señalados se utilizaron para calcular su rendimiento porcentual en relación al peso vivo del pollo y al peso de las piezas correspondientes ya señaladas.  
De esta forma, se pudo evaluar cómo los distintos tratamientos influyeron en el desarrollo de estos diferentes tejidos.

## **B.- Evaluación de características de la Canal**

Al finalizar el estudio, al día 44 de edad, se seleccionaron 3 pollos por repetición, de la misma forma que al día 14 de edad, y en la planta faenadora se obtuvieron las siguientes mediciones:

- 1.- Peso de la canal caliente (canal comercial).
- 2.- Peso de pechuga con hueso sin piel.
- 3.- Peso del trutro largo derecho sin piel.

Con estos datos se calculó el respectivo rendimiento (%) en relación al peso vivo previo al sacrificio y en relación al peso de canal.

## **C.- Análisis de las Dietas.**

Todas las dietas fueron muestreadas y analizadas para “Análisis Químico Proximal” (AQP). Para esto, se tomó una muestra representativa de cada dieta de pre-inicio correspondiente a los distintos tratamientos, las cuales se enviaron a laboratorio para el análisis. Luego se tomaron muestras representativas de las dietas de inicio, crecimiento y finalización.

Por lo tanto se realizaron 9 AQP de los alimentos (6 análisis correspondientes a las 6 dietas pre-iniciales y 3 análisis correspondientes a los períodos productivos posteriores). Los resultados de estos análisis se informan en el **Anexo nº 5**.

#### **D.- Análisis Estadístico.**

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA). Los valores en porcentaje fueron transformados según la función de arcoseno, previo al ANDEVA. Las variables que resultaron significativas al ANDEVA ( $p < 0,05$ ) fueron sometidas a una prueba de Tukey de comparación de medias.

El diseño estadístico utilizado corresponde al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = respuesta observada

$\mu$  = media poblacional

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento ( $i = T_1, \dots, T_5$ )

$\epsilon_{ij}$  = error.

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar.

## **RESULTADOS**

En el anexo nº 5 se aprecian los análisis químicos de las dietas utilizadas en este estudio, donde se pueden observar los valores proteicos de cada una de las dietas, los resultados obtenidos muestran una alta concordancia con los valores esperados.

A continuación se analizarán los resultados del crecimiento muscular y evaluación de las características de la canal.

### **A.- Evaluación del crecimiento muscular.**

#### **A.1.- Día 14 de edad.**

En la tabla 1 se entregan los valores de las variables observadas y las expresiones de rendimiento que permiten evaluar al crecimiento y desarrollo muscular.

**Tabla 1: Pesos (g) de Músculos Pectorales y Gastrocnemio+Peronéo al día 14 y su relación con peso de las piezas de origen y peso vivo (\*).**

Tratamiento (promedio $\pm$ desviación estándar)(1)	Peso Vivo	Peso Pechuga	Peso Trutro Der.	Peso M. Pect.	Peso M. Gast. + M.Peroneo	M. Pectorales/ Peso Vivo %	M. Pectorales/ Peso Pechuga %	M. Gast. + M. Peronéo/ Peso Vivo %	M. Gast. + M. Peronéo/ Peso Trutro %
1) Control	350,07 a $\pm$ 10,39	57,67 $\pm$ 6,09	31,80 $\pm$ 1,90	39,84 $\pm$ 3,75	2,49 $\pm$ 0,23	11,38 $\pm$ 0,95	69,30 $\pm$ 4,93	0,71 $\pm$ 0,06	7,83 $\pm$ 0,78
2) BIOCP	360,47 ab $\pm$ 15,08	59,00 $\pm$ 6,04	32,33 $\pm$ 1,91	41,67 $\pm$ 3,25	2,59 $\pm$ 0,26	11,57 $\pm$ 0,90	70,93 $\pm$ 4,79	0,72 $\pm$ 0,06	8,00 $\pm$ 0,57
3) EP400+GM	350,20 a $\pm$ 13,60	54,40 $\pm$ 6,02	31,67 $\pm$ 1,95	37,89 $\pm$ 4,94	2,47 $\pm$ 0,22	10,82 $\pm$ 1,40	69,73 $\pm$ 5,72	0,71 $\pm$ 0,06	7,82 $\pm$ 0,59
4) EP400+GT	368,87 b $\pm$ 13,43	60,20 $\pm$ 7,34	31,80 $\pm$ 1,90	41,49 $\pm$ 6,44	2,71 $\pm$ 0,23	11,22 $\pm$ 1,52	68,82 $\pm$ 5,73	0,73 $\pm$ 0,07	7,67 $\pm$ 0,71
5) EP400	357,27 ab $\pm$ 15,50	56,33 $\pm$ 4,85	32,33 $\pm$ 1,91	39,61 $\pm$ 4,85	2,59 $\pm$ 0,24	11,07 $\pm$ 1,15	70,20 $\pm$ 4,58	0,72 $\pm$ 0,07	7,66 $\pm$ 0,59
6) HAPES	354,47 a $\pm$ 10,54	58,33 $\pm$ 5,00	31,67 $\pm$ 1,95	40,04 $\pm$ 3,58	2,48 $\pm$ 0,27	11,29 $\pm$ 0,93	68,82 $\pm$ 5,81	0,70 $\pm$ 0,08	7,58 $\pm$ 0,76

(\*)Valores con superíndice distinto, dentro de una misma columna, son estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

(1)15 muestras/tratamiento

Se pueden apreciar diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para el peso vivo, siendo el tratamiento 4 (EP400+GT) el de mayor peso y los tratamiento 1 (Control) y 3 (EP400+GM) los de menor peso.

En el resto de las variables no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, se puede notar una tendencia del tratamiento 2 (BIOCP), a presentar mayores valores para el peso de músculos pectorales, rendimiento de los músculos pectorales con respecto al peso pechuga y con respecto al peso vivo. También existe una tendencia a presentar mayores valores para el rendimiento de los músculos gastrocnemio más peronéo con respecto al peso trutro. Los tratamientos 3 (EP400+GM) y 6 (HAPES) tienden a ser los de menor rendimiento para la mayoría de las variables.

## A.2.- Día 44 de edad.

En la tabla 2 se entregan los valores de las variables que permiten evaluar el crecimiento y desarrollo muscular al final del ciclo productivo.

**Tabla 2: Pesos (Kg.) de Músc. Pectorales y Gastrocnemio + Peronéo día 44 y su relación con peso de las piezas de origen y peso vivo (\*)**

Tratamiento (promedio $\pm$ desviación estándar)(1)	Peso Vivo	Peso Pechuga	Peso Trutro Der.	Peso M. Pectorales	Peso M. Gast. +M. Peronéo	M. Pectorales/ Peso Vivo %	M. Pectorales/ Peso Pechuga %	M. Gast. +M. Peronéo/ Peso Vivo %	M. Gast.+M. Peronéo/ Peso Trutro %
1) Control	2,959 ab $\pm$ 0,16	0,661 $\pm$ 0,07	0,286 $\pm$ 0,02	0,537 $\pm$ 0,07	0,027 $\pm$ 0,002	18,09 $\pm$ 1,72	81,11 $\pm$ 3,82	0,90 ab $\pm$ 0,06	9,28 $\pm$ 0,94
2) BIOCP	3,007 ab $\pm$ 0,09	0,673 $\pm$ 0,03	0,291 $\pm$ 0,02	0,547 $\pm$ 0,04	0,028 $\pm$ 0,003	18,18 $\pm$ 1,08	81,28 $\pm$ 3,14	0,91 b $\pm$ 0,07	9,47 $\pm$ 0,70
3) EP400+GM	2,922 a $\pm$ 0,14	0,653 $\pm$ 0,04	0,287 $\pm$ 0,02	0,540 $\pm$ 0,04	0,027 $\pm$ 0,003	18,48 $\pm$ 0,99	82,66 $\pm$ 3,63	0,92 b $\pm$ 0,06	9,38 $\pm$ 0,81
4) EP400+GT	3,078 b $\pm$ 0,10	0,693 $\pm$ 0,04	0,291 $\pm$ 0,02	0,549 $\pm$ 0,05	0,025 $\pm$ 0,002	17,81 $\pm$ 1,27	79,12 $\pm$ 3,58	0,83 a $\pm$ 0,09	8,71 $\pm$ 0,62
5) EP400	3,006 ab $\pm$ 0,12	0,678 $\pm$ 0,04	0,292 $\pm$ 0,01	0,549 $\pm$ 0,04	0,026 $\pm$ 0,002	18,25 $\pm$ 0,95	80,90 $\pm$ 2,45	0,87 ab $\pm$ 0,06	8,94 $\pm$ 0,45
6) HAPES	2,971 ab $\pm$ 0,08	0,665 $\pm$ 0,04	0,295 $\pm$ 0,02	0,532 $\pm$ 0,04	0,026 $\pm$ 0,002	17,90 $\pm$ 1,18	80,03 $\pm$ 2,74	0,89 ab $\pm$ 0,07	8,94 $\pm$ 0,81

(\*) Valores con superíndice distinto, dentro de una misma columna, son estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

(1) 15 muestras/tratamiento

En la tabla 2 podemos apreciar diferencias significativas para las variables peso vivo y rendimiento de los músculos gastrocnemio + peronéo con respecto al peso vivo. Siendo el tratamiento 4 (EP400+GT) superior al tratamiento 3 (EP400+GM) para la primera variable nombrada y los tratamientos 2 (BIOCP) y 3 (EP400+GM) superior al tratamiento 4 (EP400+GT) en la segunda variable.

En el resto de las variables no hubo diferencias significativas, sin embargo, se aprecia una tendencia del tratamiento 4 (EP400+GT) y 5 (EP400) a presentar

variables más altas en peso músculos pectorales y peso pechuga. En el tratamiento 6 (HAPES), se observa una tendencia a mayor peso de trutro.

## **B.- Evaluación de las características de la canal.**

En la tabla 3 se entrega el valor de las variables usualmente utilizadas para caracterizar las canales al final del ciclo comercial.

**Tabla 3: Rendimiento de pechuga y trutro al día 44 en relación al peso vivo y peso de canal.**

Tratamiento (promedio $\pm$ desviación estándar)(1)	Peso Canal	Peso canal/ Peso vivo %	Peso Pechuga/Peso Vivo %	Peso Pechuga/ Peso Canal %	Peso Trutro/ Peso Vivo %	Peso Trutro/ Peso Canal %
1) CONTROL	2,176 $\pm 0,12$	73,549 $\pm 1,29$	22,281 $\pm 1,57$	30,300 $\pm 2,16$	9,694 $\pm 0,62$	13,178 $\pm 0,77$
2) BIOCP	2,223 $\pm 0,09$	73,895 $\pm 1,37$	22,336 $\pm 0,86$	30,265 $\pm 0,94$	9,660 $\pm 0,55$	13,070 $\pm 0,68$
3) EP400+GM	2,178 $\pm 0,11$	74,543 $\pm 0,80$	22,354 $\pm 0,75$	29,990 $\pm 1,01$	9,753 $\pm 0,57$	13,085 $\pm 0,79$
4) EP400+GT	2,264 $\pm 0,11$	73,515 $\pm 2,22$	22,495 $\pm 0,95$	30,599 $\pm 0,95$	9,467 $\pm 0,60$	12,873 $\pm 0,66$
5) EP400	2,234 $\pm 0,10$	74,328 $\pm 1,03$	23,240 $\pm 2,52$	31,269 $\pm 3,39$	9,723 $\pm 0,42$	13,080 $\pm 0,49$
6) HAPES	2,221 $\pm 0,08$	74,742 $\pm 1,54$	22,369 $\pm 1,20$	29,924 $\pm 1,37$	9,943 $\pm 0,46$	13,307 $\pm 0,66$

(\*) Valores con superíndice distinto, dentro de una misma columna, son estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ).  
(1) 15 muestras/tratamiento

De acuerdo a las mediciones de características de canal al día 44 de edad, no hubo diferencias significativas en ninguna de las variables consideradas, pero, se aprecia una tendencia del tratamiento 6 (HAPES) a ser superior en el rendimiento

del trutro derecho respecto de canal y de peso vivo, y en el rendimiento del peso canal con respecto al peso vivo.

Llama la atención, que las diferencias significativas en el peso vivo a los 44 días a favor de EP400+GT (tratamiento 4, tabla 2), no se transfiere al peso de canal (tabla 3) donde no se detecta efecto de tratamiento.

El tratamiento 4 (EP400+GT) tiene una tendencia a ser superior solamente en las variables peso canal, pero a la vez se puede observar otra tendencia a ser el menor en rendimiento de canal con respecto al peso vivo, en rendimiento trutro con respecto al peso vivo y con respecto peso canal.

El tratamiento 5 (EP400) tiende a ser mayor que el tratamiento 1 (Control) en las variables rendimiento peso pechuga con respecto al peso vivo y con respecto al peso canal.

## **DISCUSIÓN**

De acuerdo a los resultados de este estudio expuestos en el capítulo anterior, se puede afirmar que lo establecido por Noy y Sklan (1998), que los hidrolizados proteicos de pescado producen una mayor proporción de carne de pechuga y muslo al momento del sacrificio, no se da con exactitud, ya que al día 44 de edad - cuando se evalúan las características de la canal (tabla 3)- no se observan diferencias estadísticamente significativas para ninguna de las variables utilizadas. Sin embargo, se aprecia una tendencia del tratamiento 6 (HAPES) a ser superior en el rendimiento del trutro derecho respecto de canal y de peso vivo, y en el rendimiento del peso canal con respecto al peso vivo. Al mismo tiempo este tratamiento no se diferencia mucho con el tratamiento control.

En cambio el tratamiento 4 (EP400+GT) tiene una tendencia a ser superior solamente en las variables peso canal con respecto al tratamiento control, pero a la vez se puede observar que este mismo tratamiento es el menor en rendimiento de canal con respecto al peso vivo, rendimiento trutro con respecto al peso vivo y en rendimiento trutro con respecto peso canal.

El tratamiento 5 (EP400) presentó una tendencia a ser mejor en el rendimiento peso pechuga con respecto al peso vivo y con respecto al peso canal, pero no varió mucho al compararlo con el tratamiento control. Estas contradicciones se podrían explicar por la presencia de grasa en las aves al final del ciclo productivo, la que puede aumentar considerablemente el valor de una variable, si no se diferencia claramente el músculo de la grasa contenida en la canal.

Profish en el año 2006 postula que la combinación entre el hidrolizado proteico de pescado con proteína de origen vegetal producen una sinergia de estas proteínas, lo que potencian los beneficios de los hidrolizados proteicos de pescado. Con esto se esperaría que a los 14 y 44 días de edad (tabla 1 y 2), los tratamientos 3 (EP400+GM) y 4 (EP400+GT) se diferencien estadísticamente con el tratamiento 5

(EP400) o con el tratamiento 2 (BIOCP), lo que no sucede. De manera que en este estudio no se ha podido detectar el esperado efecto beneficioso de la adición de proteína vegetal al hidrolizado proteico de pescado.

Otro de los resultados que se esperaba obtener en este estudio, era una diferencia estadísticamente significativa del EP400 sobre el BIOCP. Profish (2006) postula que el BIOCP es un producto altamente nutritivo, fuente de una serie de compuesto con actividad bioquímica y fisiológica de gran importancia para el desarrollo y crecimiento de numerosos órganos y tejidos en los animales recién nacidos. La proteína contenida en BIOCP ha sido hidrolizada mediante enzimas bajo condiciones controladas, generándose compuestos como proteosas, peptonas, péptidos y algunos aminoácidos libres, de bajo peso molecular, que son absorbidos eficientemente en el epitelio intestinal de las aves. Por su parte, el EP400, se produce bajo los mismos conceptos del BIOCP, pero bajo condiciones ambientales diferentes (actividad enzimática, tiempo, temperatura, etc), por lo que es considerado un sobrehidrolizado, donde se obtienen proteínas de menor peso molecular que las del BIOCP.

Al analizar los resultados, tanto en la tabla 1, 2, y 3, esto no sucede, sólo existe una tendencia del BIOCP, a los 14 días, a obtener mejores valores para las variables peso músculos pectorales, rendimiento músculos pectorales con respecto al peso vivo y con respecto al peso pechuga, rendimiento músculos gastrocnemio + peroneo con respecto al peso trutro, tendencia que va desapareciendo a los 44 días de edad. Estos mismos valores no difieren mucho del EP400 y el tratamiento control, lo que podría deberse a que los compuestos obtenidos en la hidrólisis del EP400 no son muy diferentes de los obtenidos por el BIOCP en su distribución de pesos moleculares.

Considerando los resultados de las tablas 1 y 2, se observan diferencias estadísticamente significativas de peso vivo al día 14 y 44 de edad, siendo en ambas tablas el tratamiento 4 (EP400+GT) superior al tratamiento 3 (EP400+GM).

Sin embargo, a los 44 días de edad (tabla 2) el tratamiento 4 (EP400+GT) ya no difiere del tratamiento control, ni del tratamiento 6 (HAPES), como a los 14 días de edad (tabla 1). La ventaja de EP400+GT sobre el EP400+GM se debería a que el Gluten Trigo (GT) podría tener una mejor calidad proteica que el Gluten Maíz (GM). La otra alternativa es que la composición aminoacídica del GT complemente mejor la composición aminoacídica del hidrolizado de pescado, que el GM. Esto concordaría con lo que establece Sklan y Noy (2003), Martínez y Martínez (2006), que la alimentación con dietas altas en proteína cruda e índices balanceados de aminoácidos esenciales durante la primera semana post-nacimiento, puede mejorar considerablemente el rendimiento, por consiguiente la ventaja obtenida en el crecimiento se mantiene hasta el sacrificio. Esto también concuerda con la que afirman Noy y Sklan (1998), quienes dicen que mientras las aves tengan un acceso temprano al alimento, mayor será su ganancia de peso, tanto a los 7 días de edad como a la edad de faenamiento.

Ahora, si comparamos el concepto anterior con los resultados de este estudio, sólo el tratamiento 4 (EP400+GT), en el día 14 de edad, muestra una ventaja en el peso vivo sobre el tratamiento control maíz-soya y el tratamiento 6 (HAPES), efecto que se pierde hacia al día 44 de edad.

Observando la tabla 2, a los 44 días de edad, y considerando lo que establecen Noy y Sklan (1998) quienes afirman que el acceso temprano de dietas a base de hidrolizados de pescado en pollos Broiler causan aumentos en el peso corporal (a corto y largo plazo como crecimiento compensatorio) y una mayor proporción de carne de pechuga y muslo al momento del sacrificio, esto último sólo se cumple para el muslo, ya que existe una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento músculo gastrocnemio + músculo peroneo con respecto al peso vivo. El tratamiento 2 (BIOCP) y el tratamiento 3 (EP400+GM) fueron superiores al tratamiento 4 (EP400+GT), sin embargo, estos mismos tratamientos (BIOCP y EP400+GM) no difieren del tratamiento control, ni del EP400, lo que vuelve a

confirmar que en este estudio no se logra detectar el esperado efecto beneficioso de la adición de proteína vegetal al hidrolizado proteico de pescado.

Ahora, si tomamos en cuenta las diferencias estadísticamente significativas de peso vivo -tanto a los 14 como a los 44 días de edad- en el resultado de la variable rendimiento músculo gastrocnemio + músculo peroneo con respecto al peso vivo (tabla 2), el tratamiento 4 (EP400+GT) debió haber sido superior al tratamiento 3 (EP400+GM) y no como se dio efectivamente en este estudio. Este resultado se podría explicar por la presencia de grasa en el animal vivo, un factor que no fue considerado como una variable en este estudio.

Para finalizar, de acuerdo a toda la información recabada en este estudio y de acuerdo a su hipótesis que afirma qué la utilización de dietas pre-inicio en pollos Broiler con la inclusión de hidrolizados proteicos de pescado y dos fuentes de proteínas vegetales distintas, mejoran los indicadores productivos y los indicadores de calidad de canal durante todo el ciclo comercial, esto no se cumple en su totalidad. Los resultados arrojan muchas variaciones entre los distintos tratamientos utilizados y durante todo el ciclo comercial. Es por eso que se sugiere la realización de nuevos estudios que aborden en mayor profundidad el efecto de los hidrolizados proteicos de pescado sobre las células miogénicas precursoras de músculos en pollos Broiler, además de un estudio donde se realice la medición de grasa y mediciones de las características de la canal y peso de músculos pectorales y trutro dentro de un ciclo comercial completo de pollo Broiler.

## **CONCLUSIÓN**

1.- La hipótesis planteada, no se cumplió. Las diferencias que se esperaban a los 14 y 44 días de edad entre el EP400+GT, EP400+GM, por sobre el EP400, el BIOCP y el tratamiento control, no se dan. Por lo tanto, en este estudio no se pudo comprobar el efecto beneficioso de la adición de proteína vegetal al hidrolizado proteico de pescado.

2.- No hubo diferencias estadísticamente significativas para las variables de características de la canal. Así, no se pudo comprobar el efecto de los hidrolizados proteicos de pescado hacia el final del ciclo comercial, donde se esperaba una mayor proporción de carne de pechuga y muslo en los tratamientos con hidrolizados proteicos de pescado, por sobre el tratamiento control.

3.- El EP400, que es un sobrehidrolizado del BIOCP, no se diferencia estadísticamente de este último en todo el estudio, ni del tratamiento control, como se esperaba. Por lo tanto, el EP400 entrega presumiblemente menores pesos moleculares de péptidos y polipéptidos, pero que no difieren mucho en sus efectos de lo logrado con el BIOCP.

4.- Existe una diferencia significativa para el peso vivo a los 14 y 44 días de edad, donde el tratamiento 4 (EP400+GT) al día 14 de edad se diferencia del tratamiento control, y del tratamiento 6 (HAPES), efecto que se pierde hacia el día 44 de edad, por lo tanto solo es un efecto temporal.

5.- Sólo al día 44 de edad se da una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento del músculo gastrocnemio + músculo peroneo con respecto al peso vivo donde el tratamiento 2 (BIOCP) y el tratamiento 3 (EP400+GM) son superiores al tratamiento 4 (EP400+GT). Este resultado no es aclaratorio ya que al día 14 de edad esto no se observa. Por lo tanto, es recomendable realizar nuevos estudios que impliquen la medición de grasa en el pollo Broiler durante todo el

ciclo comercial, junto con el efecto de los hidrolizados proteicos de pescado sobre las células miogénicas precursoras de músculos.

## **BIBLIOGRAFIA**

**AMENA**, 2003. Uso de un alimento de recepción: cambios en el aparato digestivo de pollo de engorda durante la primera semana de edad. [en línea] <<http://www.engormix.com> > [consulta: 13-06-2006].

**ANÓNIMO**, 2006. El pollo de engorde, las proteínas y las utilidades. Ross Tech. [en línea] <<http://www.aviagen.com/docs/Broilers%20Protein%20and%20Profit%20-%20Spanish.pdf>> [consulta: 25-08-2006].

**AURREKOETXEA, G.; PERERE, M.** 2001. Aprovechamiento de recursos pesqueros infrautilizados para la obtención de alimentos mejorados de peces de acuicultura. [en línea] <<http://www.revistaaquatic.comaquaticart.aspt=h&c=105>> [consulta: 21-11-2007].

**AUSTIC, R.E.** 1985. Development and adaptation of protein digestion. Journal of nutrition 15: 686-697.

**BAR-SHIRA, E. AND FRIEDMAN, A.** 2005. Ontogeny of gut associated immune competence in the chick. Israel Journal of Veterinary Medicine 60(2): 42-50.

**BLOOD, D.; STUDDERT, V.** 1993. Diccionario de veterinaria. Mcgraw-hill Interamericana. Madrid, España. 1296 p.

**BOUCHEZ, P.; AZZI, D.** 1991. Biotechnology: Use of hydrolytic enzymes in preprocessing of feedstuffs. **In:** Nutritional Strategies and Aquaculture waste, C.B. Cowey and C.Y. Cho (Eds.), pp 91-101. (citado por **AURREKOETXEA, G.; PERERE, M.** 2001. Aprovechamiento de recursos pesqueros infrautilizados para la obtención de alimentos mejorados de peces de acuicultura. [en línea] <<http://www.revistaaquatic.comaquaticart.aspt=h&c=105>> [consulta: 21-11-2007]).

**CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN CHILENA.** 2005. Norma Chilena 2773 Aves trozadas-Definición de cortes. 25 abril 2005. [en línea]. <[http://www.inn.cl/busquedas/busqueda/detalle de busqueda.asp?cd=NCH2773.OF2005](http://www.inn.cl/busquedas/busqueda/detalle%20de%20busqueda.asp?cd=NCH2773.OF2005)>

**CODEX ALIMENTARIUS,** 1985. Norma para el maíz. [en línea]. <[http://www.codexalimentarius.net/web/more\\_info.jsp?id\\_sta=51](http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=51)> [consulta: 25-01-07].

**CODEX ALIMENTARIUS,** 1987. Normas para productos de proteínas de trigo incluidos en el gluten de trigo. [en línea]. <[http://www.codexalimentarius.net/web/more\\_info.jsp?id\\_sta=323](http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=323)> [consulta: 25-01-07].

**CRESPO, N.** 2004. Reducción de la disposición de grasa abdominal en el pollo de carne mediante la modificación del perfil de ac. Grasos de la dieta. [en línea]. <[http://www.tdx.cesca.es/TESIS\\_URV/AVAILABLE/TDX-0704105-125918//TESISNCRESPO.PDF](http://www.tdx.cesca.es/TESIS_URV/AVAILABLE/TDX-0704105-125918//TESISNCRESPO.PDF)> [consulta: 31-05- 2006].

**CUERVO, M.; GOMEZ, C.; ROMERO, H.** 2002. Efecto de la utilización de un suplemento nutricional hidratado en pollo de engorde recién nacido. Rev Col Cienc Pec Selecciones 15: 319-329.

**DIBNER, J.;KNIGHT, C.;KITCHELL, M.; ATWELL, C;DOWNS, A. AND IVEY, F.** 1998. Early Feeding and Development of the Immune System in Neonatal Poultry. Journal Applied Poultry Research 7(4): 425-436. (citado por **MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; FURQUIM, M.** 2006. Broiler adaptation to post-hatching period. Ciência Rural 36(2): 701-708).

**GONZÁLEZ, J.** 2000. Influencia de algunas características de composición de ingredientes alimenticios en la productividad de broiler. [en línea]. <<http://www.veterinaria.uchile.cl/publicacion/congresoXI/profesional/aves/3.doc>> [consulta: 28-08-2006].

**GONZÁLEZ, J.** 2004. Guía de términos avícolas. Santiago Chile. U. de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias, Depto. de Fomento de la Producción Animal. 3 p.

**HALEVY, O.; GEYRA, A.; BARAK, M.; UNI, A. AND SKLAN, D.** 2000. Early starvation affects satellite cell proliferation and muscle growth in the chick. Journal of nutrition 130:858-864. (citado por **NOY, Y.; SKLAN, D.** 2003. Crude protein and essential amino acid requirements un chicks during the firts week posthatch. British Poultry Science. 44(2):266-274).

**HURWTIZ, S.; SKLAN, D. AND BARTOV, I.** 1978. New formal approaches to the determination of protein and amino acid requirements of chickens. Poultry Science 57:107-205. (citado por **NOY, Y.; SKLAN, D.** 2003. Crude protein and essential amino acid requirements un chicks during the firts week posthatch. British Poultry Science. 44(2):266-274).

**KEMP, C.; KENNY M.** 2003. Alimentación del pollo moderno para mejor. [en línea]. <<http://www.aviagen.com/docs/Alimentacion%20del%20pollo%20moderno%20para%20mejor.pdf>> [consulta: 27-05- 2006].

**KITAGAWA, H.; IMAGAWA, T; UEHARA, M.** 1998. Distribution of lymphoid tissue in the caecal mucosa of chickens. *J. Anat* 192(2): 293-298. (citado por **BARSHIRA, E. AND FRIEDMAN, A.** 2005. Ontogeny of gut associated immune competence in the chick. *Israel Journal of Veterinary Medicine* 60(2): 42-50).

**KLASING, K.** 1998. Amino Acids. **In:** *Comparative Avian Nutrition*. 2 Ed. Cabi Publishing, California, USA. Pp. 133-170.

**KOWALCZYK, K.; DAISS, J.; HALPERN, J. AND ROTH, T.** 1985. Quantitation of maternal-fetal IgG transport in the chicken. *Immunology* 54(4): 755–762. (Citado por **MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; FURQUIM, M.** 2006. Broiler adaptation to post-hatching period. *Ciência Rural* 36(2): 701-708).

**KROGDAHL, A.; SELL, J.** 1985. Digestion and absorption of lipids in poultry. *Journal Nutrition* 115:675-685.

**LEESON, S.; SUMMERS, J.** 2001. Feed ingredients and feed formulation. **In:** *Scott's Nutrition of chicken*. 4 Ed. University books. Guelph, Notario, Canada. Pp. 473-510.

**MACLEOD, M.; MCNEILL, L.; KIM, J.** 2003. Food intake, weight gain, food conversion ratio, breast muscle weight and abdominal fat weight in broiler chickens fed on diets of varying protein quality. *British Poultry Science* 44 S1: S28-S29.

**MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; FURQUIM, M.** 2006. Broiler adaptation to post-hatching period. *Ciência Rural* 36(2): 701-708.

**MARTÍNEZ, O.; MARTÍNEZ, E.** 2006. Proteínas y peptidos en nutrición enteral. *Nutrición hospitalaria* 21:1-14.

**MAST, J.; GODDEERIS, B.** 1999. Development of immunocompetence of broiler chickens. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 70: 245-256. (citado por **MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; FURQUIM, M.** 2006. Broiler adaptation to post-hatching period. *Ciência Rural* 36(2): 701-708).

**MAUCHER, K.** 2007. Evaluación de dos hidrolizados proteicos de pescado solos y mezclados con proteína vegetal de dos orígenes, sobre los rendimientos productivos y económicos de pollos broiler. Tesis Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias. 63 p

**MCENTEE, G. M.; RANCE, K. A.; MCDEVITT, R. M.** 2003. Form and function in the broiler chicken: the relationship between gastrointestinal morphological parameters and digestive functional physiology. *British Poultry Science* 44 S1: S35-S36.

**MILES, R-D; JACOB, P.** 1997. Fishmeal: understanding why feed ingredient is so valuable in poultry diets. University of Florida. IFAS extention. Edis. PS30. [en línea] <http://www.edis.ifas.ufl.edu/PS007> [consulta: 25-10-2006].

**MURAKAMI, H.; AKIBA, Y.; HORIGUCHI, M.** 1992. Growth and utilization of nutrientes in newly-hatched chicks with or without removal of residual yolk. *Growth, Development and Ageing*. 56: 75-84.

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC.** 1994. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of poultry. 9<sup>th</sup> ed. National Academy of Sciences Press. Washington, D.C., USA. 155p.

**NITSAN, Z.; BEN-AVRHAM, G.; ZOREF, Z.; NIR. I.** 1991. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broilers chicks after hatching. *British Poultry Science*. 32: 515-523.

**NOY, Y.; SKLAN, D.** 1995. Digestion and absorption in the young chick. Poultry Science. 74:366-373.

**NOY, Y.; SKLAN, D.** 1997. Post hatch development in poultry. Journal Applied Poult. Research. 6:344-354.

**NOY, Y.; SKLAN, D.** 1998. Metabolic responses to early nutrition. J. Appl. Poultry Res. 7: 437-451.

**NOY, Y.; SKLAN, D.** 1999. Nutrición de aves en los primeros días de vida. **In:** XV Curso de Especialización FEDNA: "Avances en Nutrición y alimentación animal". Madrid, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición Animal. Pp: 113-124.

**NOY, Y.; SKLAN, D.** 2003. Crude protein and essential amino acid requirements in chicks during the first week posthatch. British Poultry Science. 44(2): 266-274.

**ODALYS, M.; MADRAZO, G.; RODRÍGUEZ, A.** 2002. Evaluación de dietas de preinicio en el comportamiento productivo de pollos de engorde. Rev. Cubana de Ciencia Avícola. 26: 151-158.

**ODEPA,** 2006. Mercado de la carne de aves. [en línea]  
<<https://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servlet/contenidos.ServletDetallesScr;jsessionid=89573EB167A0C6D81D61EA9BFEE771E2?idcla=2&idcat=8&idn=1613>>.  
[consulta: 23-12-2006].

**ODEPA,** 2007. Mercado de la carne de aves. [en línea]  
<<https://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servlet/contenidos.ServletDetallesScr;jsessionid=FF4891D9728480B3A26D43287CFBED26?idcla=2&idcat=8&idclase=99&idn=1948>> [consulta: 10-05-2007].

**PROFISH**, 2006. [en línea]. <<http://www.biocp.com/espanol/caracteristicas.htm>> [consulta: 12-06-2006].

**REIDY, T.; ATKINSON, J. AND LEESON, S.** 1998. Size and components of poult yolk sacs. Poultry Science. 77: 639-643. (citado por **NOY, Y.; SKLAN, D.** 1999. Nutrición de aves en los primeros días de vida. In: XV Curso de Especialización FEDNA: "Avances en Nutrición y alimentación animal". Madrid, España. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición Animal. Pp: 113-124).

**ROSENDE, S.** 2006. Patología de pollitos por mal manejo de incubadoras/necedoras y/o plantel de reproductores. Santiago, Chile. U. de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias, Depto. De Patología Animal. 5 p.

**SAMPEDRO, G.; LÓPEZ-BENITO, M.; y PASTORIZA, L.** 1986. Cabezas y vísceras de tünidos: Su aprovechamiento para alimentación animal. Informe técnico N° 137 del Instituto de Investigaciones Pesqueras. Barcelona, noviembre 1986. (citado por **AURREKOETXEA, G.; PERERE, M.** 2001. Aprovechamiento de recursos pesqueros infrautilizados para la obtención de alimentos mejorados de peces de acuicultura. [en línea] <<http://www.revistaaquatic.comaquaticart.aspt=h&c=105>> [consulta: 21-11-2007]).

**SHARMA, J.** 1998. Avian Immunology. In: Handbook of vertebrate immunology. London. Pp. 73-136. (citado por **MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; FURQUIM, M.** 2006. Broiler adaptation to post-hatching period. Ciência Rural 36(2): 701-708).

**SELL, J.; ANGEL, C.; PIQUER, F.; MALLARINO, E. AND AL-BATSHAB, H.** 1991. Development patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys. Poultry Science. 70: 1200-1205. (citado por **MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; FURQUIM, M.** 2006. Broiler adaptation to post-hatching period. Ciência Rural 36(2): 701-708).

**SKLAN, D. 2000.** Development of the digestive tract of poultry. **In:** XXI World Poultry Congress. Montreal, Canada. 21-24 agosto 2000.

**WU, Y.; KELLEMS, R.; HOLMES, Z.; NAKAUE, H. 1984.** The effect of feeding four fish hydrolyzate meals on broiler performance and carcass sensory characteristics. Poultry Science 63:2414-2418.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1. Producción nacional de carne de ave.**

<b>Producción nacional de carne de ave por especie</b> (toneladas)					
<b>Año</b>	<b>Total</b>	<b>Broilers</b>	<b>Gallinas</b>	<b>Pavos</b>	<b>Otros</b>
2003	464.405	388.736	5.733	69.782	153
2004	535.002	446.233	6.361	82.284	124
2005	549.925	456.689	6.150	86.962	125
2006	613.757	517.048	6.223	90.399	87
Var. 07/06 ( % )	11,6	13,2	1,2	3,9	-30,4
Ene-feb 2006	95.041	80.282	1.226	13.510	22
Ene-feb 2007	96.213	80.857	1.249	14.091	15
Var. 07/06 ( % )	1,2	0,7	1,9	4,3	-33,6

Fuente: elaborado por ODEPA con datos INE

## ANEXO 2. Composición de las dietas de preinicio (1-14 días).

INGREDIENTES (%)	TRATAMIENTOS					
	Control maíz soya	BioCP al 3,4%	EP400 1,6% + Gluten Maíz 2%	EP400 1,6% + Gluten Trigo 2%	EP400 al 2%	Control HAPES al 6%
Maíz nacional	50,839	52,271	50,774	50,337	52,730	52,479
Soya, afrecho	28,872	26,078	30,185	30,112	29,785	24,256
Soya, poroto	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Gluten maíz (fábrica)	3,547	--	--	--	--	--
Fosfato FOSBIC	2,043	1,950	1,987	1,995	1,987	1,430
Aceite vegetal (oleína)	1,500	1,326	1,500	1,500	1,500	1,073
Afrechillo trigo (harinilla)	1,00	3,000	0,017	0,536	--	3,000
Conchuela	0,952	1,006	0,971	0,967	0,973	0,867
Sal	0,350	0,299	0,326	0,321	0,323	0,209
Metionina	0,245	0,252	0,216	0,216	0,260	0,244
Vitamina Broiler 1	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Lisina	0,196	--	0,024	0,016	0,020	--
Minerales Broiler 1	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Treonina	0,056	0,017	--	--	0,023	0,042
Avatec	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
<b>BioCP 3,4%</b>	--	<b>3.400</b>	--	--	--	--
<b>Gluten Maíz B</b>	--	--	<b>2.000</b>	--	--	--
<b>Pescado hidrolizado</b>	--	--	<b>1.600</b>	<b>1.600</b>	<b>2.000</b>	--
<b>Gluten Trigo</b>	--	--	--	<b>2.000</b>	--	--
<b>Pescado, harina</b>	--	--	--	--	--	<b>6.000</b>
<b>Composición nutricional calculada</b>						
Proteína cruda, %	23,23	22,30	23,64	24,02	22,70	23,20
EMAn, kcal/kg	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
Lisina, %	1,380	1,380	1,380	1,380	1,380	1,380
Metionina, %	0,607	0,632	0,607	0,600	0,622	0,637
Met+Cis, %	1,009	1,011	1,012	1,011	1,009	1,011
Triptofano, %	0,270	0,270	0,286	0,310	0,282	0,278
Treonina, %	0,951	0,955	0,957	0,956	0,955	0,951
Calcio, %	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P disp., %	0,48	0,48	0,480	0,48	0,48	0,48
Sodio, %	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Cloro, %	0,287	0,245	0,253	0,248	0,252	0,246
Potasio, %	0,994	0,976	1,026	1,026	1,021	0,956

**ANEXO 3.** Composición de la dietas inicio (15 a 24 días), crecimiento (25 a 38 días), y finalizador (39 a 44 días).

Ingredientes (%)	Dieta		
	Inicio 15-24 días	Crecimiento 25 a 38 días	Finalizador 39 a 44 días
Maíz nacional	50,91	55.18	62.44
Soya, afrecho	27,68	19.74	10.76
Soya, poroto	12	14.00	17.00
Trigo, afrechillo	0.41	2.00	2.00
Maíz, gluten	3.00	3.00	2.00
Fosfato bicálcico	1.88	1.63	1.39
Aceite de pollo	2.00	2.50	2.50
Conchuela	1.06	0.95	0.94
Sal	0.377	0.376	0.382
Lisina, HCl	0.088	0.074	0.106
Metionina, DI	0.198	0.163	0.168
Mineral Broiler 1	0.100	0.100	-----
Coccidiostato	0.050	0.050	-----
Bacitracina	0.050	0.025	-----
Vitamina Broiler 2	0.200	0.200	-----
Vitamina Broiler 3	-----	-----	0.200
L-treonina	-----	0.01	-----
Mineral broiler 3	-----	-----	0.100

**Composición Nutricional Calculada**

Proteína, %	22.79	20.24	16.97
EMAn, kcal/kg	3000	3100	3.200
Lisina, %	1.300	1.126	0.970
Metionina, %	0.553	0.490	0.450
Met+Cis, %	0.950	0.850	0.760
Triptofano, %	0.270	0.235	0.194
Treonina, %	0.890	0.798	0.663
Calcio, %	1.00	0.88	0.80
P disp., %	0.45	0.40	0.35
Sodio, %	0.180	0.180	0.180
Cloro, %	0.281	0.275	0.281
Potasio, %	0.992	0.878	0.744

**ANEXO 4.** Análisis Químico Proximal de algunos insumos utilizados en las dietas.

ANALISIS (%)	BIOCP	EP-400	Gluten de Trigo	Gluten de maíz	Harina de pescado
<b>Proteína</b>	70,2	70	78,8	60,3	68,5
<b>Ceniza</b>	5,5	6,6	0,8	2,4	15,4
<b>Grasa</b>	20,9	16,3	1,6	2,6	7,74
<b>Humedad</b>	3,3	4,8	7,7	11,8	8,22
<b>Fósforo</b>	0,6%/mta	0,74	0,16	0,51	2,5
<b>Sal</b>	1,3%/mta	1,7%/mta	1,7	<0,1	
<b>Na</b>	1,24	1,9			4,91

- Información aportada por Profish S.A.

**ANEXO 5.** Informe del laboratorio Labser® sobre las dietas utilizadas (AQP).

Tratamiento 1: Dieta maíz-soya (Control).

Código	Análisis	Resultado Unidad
2573	Proteína Total ( N x 6.25 )	21,36 %
2575	Grasa Total	5,04 %
2577	Cenizas	6,47 %
2579	Fibra Cruda	2,80 %
2589	Humedad	11,29 %

Tratamiento 2: BIOCP®, al 3,4% de inclusión. (BIOCP)

Código	Análisis	Resultado Unidad
2573	Proteína Total ( N x 6.25 )	22,55 %
2575	Grasa Total	5,38 %
2577	Cenizas	6,21 %
2579	Fibra Cruda	2,31 %
2589	Humedad	10,92 %

Tratamiento 3: EP-400® al 1,6% + 2% de Gluten de Maíz. (EP400+GM)

<b>Código</b>	<b>Análisis</b>	<b>Resultado Unidad</b>
2573	Proteína Total ( N x 6.25 )	22.92 %
2575	Grasa Total	5,20 %
2577	Cenizas	6,77 %
2579	Fibra Cruda	2,43 %
2589	Humedad	10,87 %

Tratamiento 4: EP-400® al 1,6% + 2% de Gluten de Trigo. (EP400+GT)

<b>Código</b>	<b>Análisis</b>	<b>Resultado Unidad</b>
2573	Proteína Total ( N x 6.25 )	24.47 %
2575	Grasa Total	4.16 %
2577	Cenizas	7.11 %
2579	Fibra Cruda	2,58 %
2589	Humedad	10,85 %

Tratamiento 5: EP-400®, al 2,0% de inclusión. (EP400)

<b>Código</b>	<b>Análisis</b>	<b>Resultado Unidad</b>
2573	Proteína Total ( N x 6.25 )	22.13 %
2575	Grasa Total	5.56 %
2577	Cenizas	7.09 %
2579	Fibra Cruda	2.83%
2589	Humedad	11.28 %

Tratamiento 6: Harina de pescado, al 6% de inclusión. (HAPES)

<b>Código</b>	<b>Análisis</b>	<b>Resultado Unidad</b>
2573	Proteína Total ( N x 6.25 )	23.51 %
2575	Grasa Total	4.52 %
2577	Cenizas	6.86 %
2579	Fibra Cruda	2.75%
2589	Humedad	11.55 %

Inicio de 15 a 24 días

<b>Código</b>	<b>Análisis</b>	<b>Resultado Unidad</b>
2573	Proteína Total ( N x 6.25 )	21.50 %
2575	Grasa Total	5.18 %
2577	Cenizas	6.78 %
2579	Fibra Cruda	2.33%
2589	Humedad	11.35 %

Crecimiento de 25 a 38 días

<b>Código</b>	<b>Análisis</b>	<b>Resultado Unidad</b>
2573	Proteína Total ( N x 6.25 )	20.60 %
2575	Grasa Total	7.43 %
2577	Cenizas	6.27 %
2579	Fibra Cruda	2.75%
2589	Humedad	11.26 %

Finalizador de 39 a 44 días

<b>Código</b>	<b>Análisis</b>	<b>Resultado Unidad</b>
2573	Proteína Total ( N x 6.25 )	16.10 %
2575	Grasa Total	9.13 %
2577	Cenizas	6.06 %
2579	Fibra Cruda	2.73%
2589	Humedad	11.11 %